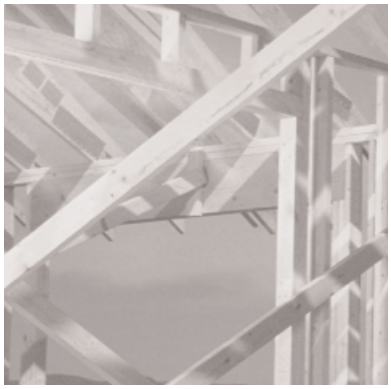

MOTOROLA
intelligence everywhere™

Manual de servicio detallado de los radios portátiles

EP450™

MOTOROLA
intelligence everywhere™

Radio portátil EP450
Manual de servicio detallado

VHF 136-162 MHz
VHF 146-174 MHz
UHF 403-440 MHz
UHF 438-470 MHz
UHF 465-495 MHz
UHF 490-527 MHz

Motorola, Inc.
1301 E. Algonquin Road
Schaumburg, IL 60196, EE.UU.

HKLN4216B

Prólogo

El presente manual está dirigido al personal técnico familiarizado con radios bidireccionales portátiles. Contiene información necesaria para el servicio del equipo descrito, actualizada para la fecha de impresión. Los cambios posteriores pueden incorporarse mediante la revisión completa del manual o en forma de anexos.

Normas de seguridad y exposición a la energía de RF

Precaución

Antes de usar el radio lea las instrucciones de operación para uso seguro del producto contenidas en el folleto "Normas de seguridad y exposición a la energía de RF" incluido con el radio.

¡ATENCIÓN!

Este radio se debe usar únicamente como herramienta ocupacional, según lo establecen las regulaciones de la FCC (Comisión Federal de Comunicaciones de EE.UU.) relativas a la exposición a la energía de radiofrecuencia. Antes de usar este producto, lea la información relacionada con la energía de radiofrecuencia y las instrucciones de operación que acompañan al radio (publicación Motorola con nº de parte 68P81068810) a fin de garantizar el cumplimiento de los límites de exposición a la energía de radiofrecuencia.

Para consultar la lista de antenas, baterías y demás accesorios aprobados por Motorola, visite el siguiente sitio Web: http://www.motorola.com/cgiss/index.shtml.

Derechos de propiedad intelectual del software para computadora

Los productos Motorola que se describen en el presente manual pueden tener almacenados, ya sea en memorias semiconductoras o en otros medios, programas de computación protegidos por las leyes de propiedad intelectual (Copyright). Las leyes de los Estados Unidos de América y de otros países otorgan a Motorola ciertos derechos exclusivos sobre la propiedad intelectual de sus programas de computadora (Copyright), incluido, aunque no de manera limitativa, el derecho exclusivo a copiar o reproducir de cualquier forma dichos programas. Por consiguiente, ninguno de los programas de computadora de Motorola protegidos por Copyright y contenidos en los productos Motorola que se describen en este manual podrá ser copiado, reproducido, modificado, decodificado con fines de ingeniería inversa ni distribuido de manera alguna, sin la autorización expresa y por escrito de Motorola. Asimismo, la compra de productos Motorola no podrá ser interpretada como el otorgamiento, ya sea directo o implícito, por omisión ("Estoppel") o de otra manera, de una licencia bajo los derechos de propiedad intelectual, patentes o aplicaciones de patente de Motorola, con la excepción de las licencias de uso normal no exclusivas que se otorgan por ley mediante la venta de los productos.

Derechos de propiedad intelectual del documento

Este manual no podrá ser reproducido ni distribuido, ya sea total o parcialmente, sin la debida autorización expresa y por escrito de Motorola. Ninguna parte de este manual podrá ser reproducida, distribuida o transmitida de ninguna forma y por ningún medio, electrónico o mecánico, sea cual fuere el propósito, sin la autorización expresa y por escrito de Motorola.

Denegación de responsabilidad

La información contenida en este manual ha sido revisada cuidadosamente y se considera totalmente fidedigna. No obstante, la empresa no asume responsabilidad por cualquier información inexacta que pueda contener. Asimismo, Motorola se reserva el derecho de efectuar cambios en cualquiera de los productos aquí descritos con en fin de mejorar su legibilidad, funcionalidad o diseño. Motorola no asume ninguna responsabilidad por las consecuencias de la aplicación o el uso de cualquiera de los productos o circuitos descritos en el presente documento; tampoco cubre licencia alguna bajo sus derechos de patente ni los derechos de terceros.

MOTOROLA y el logotipo con la M estilizada son marcas comerciales de Motorola, Inc.
Todos los demás nombres de productos y servicios son propiedad de sus respectivos dueños.
© 2004 Motorola, Inc. Todos los derechos reservados. Impreso en EE.UU.

Contenido

Prólogo ii
Normas de seguridad y exposición a la energía de RF ii
Derechos de propiedad intelectual del software para computadora ii
Derechos de propiedad intelectual del documento ii
Denegación de responsabilidad ii
Lista de figuras xi
Lista de tablas xv
Publicaciones relacionadas xv

Capítulo 1 Equipo de prueba, útiles de servicio y herramientas de servicio 1-1

1.1 Equipo de prueba 1-1
1.2 Útiles de servicio 1-2

Capítulo 2 Distribución de la alimentación de CC 2-1

2.1 Regulación y distribución de CC 2-1

Capítulo 3 Descripción de funcionamiento del controlador 3-1

3.1 Controlador 3-1
3.1.1 Circuitería del microprocesador 3-1
3.1.1.1 Utilización de la memoria 3-2
3.1.1.2 Interfaz de controles e indicadores 3-2
3.1.1.3 Control de bus serie de los bloques circuitales 3-2
3.1.1.4 Interfaz para programación con el RSS 3-3
3.1.1.5 Almacenamiento de información específica del cliente 3-3
3.1.1.6 Detección de accesorios conectados externamente 3-3
3.1.1.7 Secuencias de encendido, de apagado y de reinicialización del microprocesador 3-4
3.1.1.8 Control del modo de arranque 3-4
3.1.1.9 Reloj de 7,3975 MHz del microprocesador 3-4
3.1.1.10 Indicador de carga de la batería 3-5
3.1.2 Circuitería de audio 3-5
3.1.2.1 Circuitería de audio de bajo nivel de transmisión y recepción 3-5
3.1.2.2 Amplificador de potencia de audio 3-6
3.1.2.3 Trayecto de voz de audio del micrófono interno 3-6
3.1.2.4 Circuitos del botón de transmisión (PTT) 3-6
3.1.2.5 Funcionamiento en modo VOX 3-6
3.1.2.6 Programación del radio y de la memoria Flash a través del conector hembra del micrófono 3-7

Capítulo 4 Descripción de funcionamiento del radio VHF de 136-162 MHz 4-1

4.1 Introducción 4-1
4.2 Receptor de VHF 4-1

4.2.1 Etapa de entrada del receptor 4-1
4.2.2 Etapa de salida del receptor 4-2
4.3 Transmisor de VHF 4-3
4.3.1 Amplificador de potencia de transmisión 4-3
4.3.2 Conmutador de antena 4-3
4.3.3 Filtro de armónicas 4-4
4.3.4 Red adaptadora de antena 4-4
4.3.5 Control de potencia 4-4
4.4 Circuitería de generación de frecuencia de VHF 4-4
4.4.1 Sintetizador Fractional-N 4-5
4.4.2 Oscilador controlado por voltaje (VCO) 4-6
4.5 Teclado 4-7

Capítulo 5 Descripción de funcionamiento del radio VHF de 146-174 MHz 5-1

5.1 Introducción 5-1
5.2 Receptor de VHF 5-1
5.2.1 Etapa de entrada del receptor 5-1
5.2.2 Etapa de salida del receptor 5-2
5.3 Transmisor de VHF 5-3
5.3.1 Amplificador de potencia de transmisión 5-3
5.3.2 Conmutador de antena 5-3
5.3.3 Filtro de armónicas 5-4
5.3.4 Red adaptadora de antena 5-4
5.3.5 Control de potencia 5-4
5.4 Circuitería de generación de frecuencia de VHF 5-4
5.4.1 Sintetizador Fractional-N 5-5
5.4.2 Oscilador controlado por voltaje (VCO) 5-6
5.5 Teclado 5-7

Capítulo 6 Tablas de solución de problemas del radio de VHF 6-1

6.1 Tabla de solución de problemas del receptor 6-1
6.2 Tabla de solución de problemas del sintetizador 6-3
6.3 Tabla de solución de problemas del transmisor 6-5
6.4 Tabla de solución de problemas con señales de circuitos integrados y tarjetas 6-8

Capítulo 7 Esquemas eléctricos, planos de ubicación de componentes y listas de partes del radio VHF 7-1

7.1 Introducción 7-1
7.1.1 Notas para todos los esquemas eléctricos y tarjetas de circuito 7-1
7.1.2 Tarjeta de circuito impreso de seis capas 7-3
7.2 Esquema eléctrico del parlante y del micrófono 7-3
7.2.1 Lista de partes del parlante y del micrófono 7-3

Esquemas eléctricos, planos de ubicación de componentes y listas de partes - Circuito impreso 8486769Z02-A de VHF (136-162 MHz)..... 7-5

Figura 7–3. Diagrama de interconexión de bloques circuitales del radio – Circuito impreso 8486769Z02-A de VHF (136-162 MHz) 7-5
Figura 7–4. Esquema eléctrico de la etapa de entrada del receptor – Circuito impreso 8486769Z02-A de VHF (136-162 MHz) 7-6
Figura 7–5. Esquema eléctrico de la etapa de salida del receptor – Circuito impreso 8486769Z02-A de VHF (136-162 MHz) 7-7
Figura 7–6. Esquema eléctrico del sintetizador – Circuito impreso 8486769Z02-A de VHF (136-162 MHz) 7-8
Figura 7–7. Esquema eléctrico del oscilador controlado por voltaje – Circuito impreso 8486769Z02-A de VHF (136-162 MHz) 7-9
Figura 7–8. Esquema eléctrico del transmisor y del control de potencia – Circuito impreso 8486769Z02-A de VHF (136-162 MHz) 7-10
Figura 7–9. Esquema eléctrico de interconexión del controlador – Circuito impreso 8486769Z02-A de VHF (136-162 MHz) 7-11
Figura 7–10. Esquema eléctrico de la circuitería del microprocesador – Circuito impreso 8486769Z02-A de VHF (136-162 MHz) 7-12
Figura 7–11. Esquema eléctrico de la circuitería de audio – Circuito impreso 8486769Z02-A de VHF (136-162 MHz) 7-13
Figura 7–12. Esquema eléctrico de regulación de CC – Circuito impreso 8486769Z02-A de VHF (136-162 MHz) 7-14
Figura 7–13. Esquema eléctrico de la tarjeta del teclado – Circuito impreso 8466565A03-B de VHF (136-162 MHz) 7-15
Figura 7–14. Vista del lado superior de la tarjeta – Circuito impreso 8486769Z02-A de VHF (136-162 MHz) 7-16
Figura 7–15. Vista del lado inferior de la tarjeta – Circuito impreso 8486769Z02-A de VHF (136-162 MHz) 7-17
Figura 7–16. Tarjeta del teclado – Circuito impreso 8466565A03-B de VHF (136-162 MHz) 7-18
Lista de partes del radio – Circuito impreso 8486769Z02-A de VHF (136-162 MHz) 7-19
Lista de partes de la tarjeta del teclado – Circuito impreso 8466565A03-B de VHF (136-162 MHz)..... 7-22

Esquemas eléctricos, planos de ubicación de componentes y listas de partes – Circuito impreso 8486342Z13-C de VHF (146-174 MHz)..... 7-23

Figura 7–17. Diagrama de interconexión de bloques circuitales del radio – Circuito impreso 8486342Z13-A de VHF (146-174 MHz) 7-23
Figura 7–18. Esquema eléctrico de la etapa de entrada del receptor – Circuito impreso 8486342Z13-C de VHF (146-174 MHz) 7-24
Figura 7–19. Esquema eléctrico de la etapa de salida del receptor – Circuito impreso 8486342Z13-C de VHF (146-174 MHz) 7-25
Figura 7–20. Esquema eléctrico del sintetizador – Circuito impreso 8486342Z13-C de VHF (146-174 MHz) 7-26
Figura 7–21. Esquema eléctrico del oscilador controlado por voltaje – Circuito impreso 8486342Z13-C de VHF (146-174 MHz) 7-27
Figura 7–22. Esquema eléctrico del transmisor y del control de potencia – Circuito impreso 8486342Z13-C de VHF (146-174 MHz) 7-28

Figura 7–23. Esquema eléctrico de interconexión del controlador – Circuito impreso 8486342Z13-C de VHF (146-174 MHz) 7-29
Figura 7–24. Esquema eléctrico de la circuitería del microprocesador – Circuito impreso 8486342Z13-C de VHF (146-174 MHz) 7-30
Figura 7–25. Esquema eléctrico de la circuitería de audio – Circuito impreso 8486342Z13-C de VHF (146-174 MHz) 7-31
Figura 7–26. Esquema eléctrico de regulación de CC – Circuito impreso 8486342Z13-C de VHF (146-174 MHz) 7-32
Figura 7–27. Esquema eléctrico de la tarjeta del teclado – Circuito impreso 8466565A03-B de VHF (146-174 MHz) 7-33
Figura 7–28. Vista del lado de componentes – Circuito impreso 8486342Z13-C de VHF (146-174 MHz) 7-34
Figura 7–29. Vista del lado de soldaduras – Circuito impreso 8486342Z13-C de VHF (146-174 MHz) 7-35
Figura 7–30. Tarjeta del teclado – Circuito impreso 8466565A03-B de VHF (146-174 MHz) 7-36
Lista de partes del radio – Circuito impreso 8486342Z13-C de VHF (146-174 MHz) 7-37
Lista de partes de la tarjeta del teclado – Circuito impreso 8466565A03-B de VHF (146-174 MHz) 7-40

Capítulo 8 Descripción de funcionamiento del radio UHF de 403-440 MHz 8-1

8.1 Introducción 8-1
8.2 Receptor de UHF 8-1
8.2.1 Etapa de entrada del receptor 8-1
8.2.2 Etapa de salida del receptor 8-2
8.3 Transmisor de UHF 8-3
8.3.1 Amplificador de potencia del transmisor 8-3
8.3.2 Conmutador de antena 8-3
8.3.3 Filtro de armónicas 8-4
8.3.4 Red adaptadora de antena 8-4
8.3.5 Control de potencia 8-4
8.4 Circuitería de generación de frecuencia de UHF 8-4
8.4.1 Sintetizador Fractional-N 8-5
8.4.2 Oscilador controlado por voltaje (VCO) 8-6
8.5 Teclado 8-7

Capítulo 9 Descripción de funcionamiento del radio UHF de 438-470 MHz 9-1

9.1 Introducción 9-1
9.2 Receptor de UHF 9-1
9.2.1 Etapa de entrada del receptor 9-1
9.2.2 Etapa de salida del receptor 9-2
9.3 Transmisor de UHF 9-3
9.3.1 Amplificador de potencia del transmisor 9-3
9.3.2 Conmutador de antena 9-3
9.3.3 Filtro de armónicas 9-4
9.3.4 Red adaptadora de antena 9-4
9.3.5 Control de potencia 9-4

9.4 Circuitería de generación de frecuencia de UHF ... 9-4
9.4.1 Sintetizador Fractional-N ... 9-5
9.4.2 Oscilador controlado por voltaje (VCO) ... 9-6
9.5 Teclado ... 9-7

Capítulo 10 Descripción de funcionamiento del radio UHF de 465-495 MHz ... 10-1

10.1 Introducción ... 10-1
10.2 Receptor de UHF ... 10-1
10.2.1 Etapa de entrada del receptor ... 10-1
10.2.2 Etapa de salida del receptor ... 10-2
10.3 Transmisor de UHF ... 10-3
10.3.1 Amplificador de potencia del transmisor ... 10-3
10.3.2 Conmutador de antena ... 10-3
10.3.3 Filtro de armónicas ... 10-4
10.3.4 Red adaptadora de antena ... 10-4
10.3.5 Control de potencia ... 10-4
10.4 Circuitería de generación de frecuencia de UHF ... 10-4
10.4.1 Sintetizador Fractional-N ... 10-5
10.4.2 Oscilador controlado por voltaje (VCO) ... 10-6
10.5 Teclado ... 10-7

Capítulo 11 Descripción de funcionamiento del radio UHF de 490-527 MHz ... 11-1

11.1 Introducción ... 11-1
11.2 Receptor de UHF ... 11-1
11.2.1 Etapa de entrada del receptor ... 11-1
11.2.2 Etapa de salida del receptor ... 11-2
11.3 Transmisor de UHF ... 11-3
11.3.1 Amplificador de potencia del transmisor ... 11-3
11.3.2 Conmutador de antena ... 11-3
11.3.3 Filtro de armónicas ... 11-4
11.3.4 Red adaptadora de antena ... 11-4
11.3.5 Control de potencia ... 11-4
11.4 Circuitería de generación de frecuencia de UHF ... 11-4
11.4.1 Sintetizador Fractional-N ... 11-5
11.4.2 Oscilador controlado por voltaje (VCO) ... 11-6
11.5 Teclado ... 11-7

Capítulo 12 Tablas de solución de problemas del radio UHF ... 12-1

12.1 Tabla de solución de problemas del receptor ... 12-1
12.2 Tabla de solución de problemas del sintetizador ... 12-3
12.3 Tabla de solución de problemas del transmisor ... 12-5
12.4 Tabla de solución de problemas con señales de circuitos integrados y tarjetas ... 12-8

Capítulo 13 Esquemas eléctricos, planos de ubicación de componentes y listas de partes del radio UHF 13-1

13.1 Introducción 13-1
13.1.1 Notas para todos los esquemas eléctricos y tarjetas de circuito 13-1
13.1.2 Tarjeta de circuito impreso de seis capas 13-3
13.2 Esquema eléctrico del parlante y del micrófono 13-3
13.2.1 Lista de partes del parlante y del micrófono 13-3

Esquemas eléctricos, planos de ubicación de componentes y listas de partes – Circuito impreso 8486635Z03-O de UHF (403-440 MHz) 13-5

Figura 13–3. Diagrama de bloques circuitales del radio - Circuito impreso 8486635Z03-O de UHF (403-440 MHz) 13-5
Figura 13–4. Esquema eléctrico de la etapa de entrada del receptor – Circuito impreso 8486635Z03-O de UHF (403-440 MHz) 13-6
Figura 13–5. Esquema eléctrico de la etapa de salida del receptor – Circuito impreso 8486635Z03-O de UHF (403-440 MHz) 13-7
Figura 13–6. Esquema eléctrico del sintetizador – Circuito impreso 8486635Z03-O de UHF (403-440 MHz) 13-8
Figura 13–7. Esquema eléctrico del oscilador controlado por voltaje – Circuito impreso 8486635Z03-O de UHF (403-440 MHz) 13-9
Figura 13–8. Esquema eléctrico del transmisor y del control de potencia – Circuito impreso 8486635Z03-O de UHF (403-440 MHz) 13-10
Figura 13–9. Esquema eléctrico de interconexión del controlador – Circuito impreso 8486635Z03-O de UHF (403-440 MHz) 13-11
Figura 13–10. Esquema eléctrico de la circuitería del microprocesador – Circuito impreso 8486635Z03-O de UHF (403-440 MHz) 13-12
Figura 13–11. Esquema eléctrico de la circuitería de audio – Circuito impreso 8486635Z03-O de UHF (403-440 MHz) 13-13
Figura 13–12. Esquema eléctrico de regulación de CC – Circuito impreso 8486635Z03-O de UHF (403-440 MHz) 13-14
Figura 13–13. Esquema eléctrico de la tarjeta del teclado - Circuito impreso 8466565A03-B de UHF (403-440 MHz) 13-15
Figura 13–14. Vista del lado de componentes – Circuito impreso 8486635Z03-O de UHF (403-440 MHz) 13-16
Figura 13–15. Vista del lado de soldaduras – Circuito impreso 8486635Z03-O de UHF (403-440 MHz) 13-17
Figura 13–16. Tarjeta del teclado – Circuito impreso 8466565A03-B de UHF (403-440 MHz) 13-18
Lista de partes del radio - Circuito impreso 8486635Z03-O de UHF (403-440 MHz) 13-19
Lista de partes de la tarjeta del teclado – Circuito impreso 8466565A03-B de UHF (403-440 MHz) 13-22

Esquemas eléctricos, planos de ubicación de componentes y listas de partes – Circuito impreso 84863848Z13-C de UHF (438-470 MHz)..... 13-23

Figura 13–17. Diagrama de bloques circuitales del radio - Circuito impreso 8486348Z13-O de UHF (438-470 MHz) 13-23

Figura 13–18. Esquema eléctrico de la etapa de entrada del receptor – Circuito impreso 8486348Z13-C de UHF (438-470 MHz) 13-24
Figura 13–19. Esquema eléctrico de la etapa de salida del receptor – Circuito impreso 8486348Z13-C de UHF (438-470 MHz) 13-25
Figura 13–20. Esquema eléctrico del sintetizador – Circuito impreso 8486348Z13-C de UHF (438-470 MHz) 13-26
Figura 13–21. Esquema eléctrico del oscilador controlado por voltaje – Circuito impreso 8486348Z13-C de UHF (438-470 MHz) 13-27
Figura 13–22. Esquema eléctrico del transmisor y del control de potencia – Circuito impreso 8486348Z13-C de UHF (438-470 MHz) 13-28
Figura 13–23. Esquema eléctrico de interconexión del controlador – Circuito impreso 8486348Z13-C de UHF (438-470 MHz) 13-30
Figura 13–24. Esquema eléctrico de la circuitería del microprocesador – Circuito impreso 8486348Z13-C de UHF (438-470 MHz) 13-31
Figura 13–25. Esquema eléctrico de la circuitería de audio – Circuito impreso 8486348Z13-C de UHF (438-470 MHz) 13-32
Figura 13–26. Esquema eléctrico de regulación de CC – Circuito impreso 8486348Z13-C de UHF (438-470 MHz) 13-33
Figura 13–27. Esquema eléctrico de la tarjeta del teclado - Circuito impreso 8466565A03-B de UHF (438-470 MHz) 13-34
Figura 13–28. Vista del lado de componentes – Circuito impreso 8486348Z13-C de UHF (438-470 MHz) 13-35
Figura 13–29. Vista del lado de soldaduras – Circuito impreso 8486348Z13-O de UHF (438-470 MHz) 13-36
Figura 13–30. Tarjeta del teclado – Circuito impreso 8466565A03-B de UHF (438-470 MHz) 13-36
Lista de partes del radio - Circuito impreso 8486348Z13-O de UHF (438-470 MHz) 13-37
Lista de partes de la tarjeta del teclado – Circuito impreso 8466565A03-B de UHF (438-470 MHz) 13-40

Esquemas eléctricos, planos de ubicación de componentes y listas de partes – Circuito impreso 8486634Z02-O de UHF (465-495 MHz) 13-41

Figura 13–31. Diagrama de bloques circuitales del radio - Circuito impreso 8486634Z02-O de UHF (465-495 MHz) 13-41
Figura 13–32. Esquema eléctrico de la etapa de entrada del receptor – Circuito impreso 8486634Z02-O de UHF (465-495 MHz) 13-42
Figura 13–33. Esquema eléctrico de la etapa de salida del receptor – Circuito impreso 8486634Z02-O de UHF (465-495 MHz) 13-43
Figura 13–34. Esquema eléctrico del sintetizador – Circuito impreso 8486634Z02-O de UHF (465-495 MHz) 13-44
Figura 13–35. Esquema eléctrico del oscilador controlado por voltaje – Circuito impreso 8486634Z02-O de UHF (465-495 MHz) 13-45
Figura 13–36. Esquema eléctrico del transmisor y del control de potencia – Circuito impreso 8486634Z02-O de UHF (465-495 MHz) 13-46
Figura 13–37. Esquema eléctrico de interconexión del controlador – Circuito impreso 8486634Z02-O de UHF (465-495 MHz) 13-47
Figura 13–38. Esquema eléctrico de la circuitería del microprocesador – Circuito impreso 8486634Z02-O de UHF (465-495 MHz) 13-48
Figura 13–39. Esquema eléctrico de la circuitería de audio – Circuito impreso 8486634Z02-O de UHF (465-495 MHz) 13-49

Figura 13–40. Esquema eléctrico de regulación de CC – Circuito impreso 8486634Z02-O de UHF (465-495 MHz) 13-50
Figura 13–41. Esquema eléctrico de la tarjeta del teclado - Circuito impreso 8466565A03-B de UHF (465-495 MHz) 13-51
Figura 13–42. Vista del lado de componentes – Circuito impreso 8486634Z02-O de UHF (465-495 MHz) 13-52
Figura 13–43. Vista del lado de soldaduras – Circuito impreso 8486634Z02-O de UHF (465-495 MHz) 13-53
Figura 13–44. Tarjeta del teclado – Circuito impreso 8466565A03-B de UHF (465-495 MHz) 13-54
Lista de partes del radio - Circuito impreso 8486634Z02-O de UHF (465-495 MHz) 13-55
Lista de partes de la tarjeta del teclado – Circuito impreso 8466565A03-B de UHF (465-495 MHz) 13-58

Esquemas eléctricos, planos de ubicación de componentes y listas de partes – Circuito impreso 84866768Z02-A de UHF (490-527 MHz) 13-59

Figura 13–45. Diagrama de bloques circuitales del radio - Circuito impreso 8486768Z02-A de UHF (490-527 MHz) 13-59
Figura 13–46. Esquema eléctrico de la etapa de entrada del receptor – Circuito impreso 8486768Z02-A de UHF (490-527 MHz) 13-60
Figura 13–47. Esquema eléctrico de la etapa de salida del receptor – Circuito impreso 8486768Z02-A de UHF (490-527 MHz) 13-61
Figura 13–48. Esquema eléctrico del sintetizador – Circuito impreso 8486768Z02-A de UHF (490-527 MHz) 13-62
Figura 13–49. Esquema eléctrico del oscilador controlado por voltaje – Circuito impreso 8486768Z02-A de UHF (490-527 MHz) 13-63
Figura 13–50. Esquema eléctrico del transmisor y del control de potencia – Circuito impreso 8486768Z02-A de UHF (490-527 MHz) 13-64
Figura 13–51. Esquema eléctrico de interconexión del controlador – Circuito impreso 8486768Z02-A de UHF (490-527 MHz) 13-65
Figura 13–52. Esquema eléctrico de la circuitería del microprocesador – Circuito impreso 8486768Z02-A de UHF (490-527 MHz) 13-66
Figura 13–53. Esquema eléctrico de la circuitería de audio – Circuito impreso 8486768Z02-A de UHF (490-527 MHz) 13-67
Figura 13–54. Esquema eléctrico de regulación de CC – Circuito impreso 8486768Z02-A de UHF (490-527 MHz) 13-68
Figura 13–55. Esquema eléctrico de la tarjeta del teclado - Circuito impreso 8466565A03-B de UHF (490-527 MHz) 13-69
Figura 13–56. Vista del lado de componentes – Circuito impreso 8486768Z02-A de UHF (490-527 MHz) 13-70
Figura 13–57. Vista del lado de soldaduras – Circuito impreso 8486768Z02-A de UHF (490-527 MHz) 13-71
Figura 13–58. Tarjeta del teclado – Circuito impreso 8466565A03-B de UHF (490-527 MHz) 13-72
Lista de partes del radio - Circuito impreso 8486768Z02-A de UHF (490-527 MHz) 13-73
Lista de partes de la tarjeta del teclado – Circuito impreso 8466565A03-B de UHF (490-527 MHz) 13-76

Lista de figuras

Figura 1–1. Cable de programación/prueba 1-4
Figura 1–2. Cableado de los conectores 1-4
Figura 2–1. Diagrama de bloques de distribución de la alimentación de CC 2-1
Figura 4–1. Diagrama de bloques del receptor de VHF 4-1
Figura 4–2. Diagrama de bloques del transmisor de VHF 4-3
Figura 4–3. Diagrama de bloques de la unidad de generación de frecuencia de VHF 4-5
Figura 4–4. Diagrama de bloques del sintetizador de VHF 4-6
Figura 4–5. Diagrama de bloques del VCO de VHF 4-7
Figura 4–6. Diagrama de bloques del teclado 4-7
Figura 5–1. Diagrama de bloques del receptor de VHF 5-1
Figura 5–2. Diagrama de bloques del transmisor de VHF 5-3
Figura 5–3. Diagrama de bloques de la unidad de generación de frecuencia de VHF 5-5
Figura 5–4. Diagrama de bloques del sintetizador de VHF 5-6
Figura 5–5. Diagrama de bloques del VCO de VHF 5-7
Figura 5–6. Diagrama de bloques del teclado 5-7
Figura 7–1. Tarjeta de circuito impreso de seis capas: Escalonamiento del cobre en la secuencia de capas 7-3
Figura 7–2. Esquema eléctrico del parlante y del micrófono 7-3
Figura 7–3. Diagrama de interconexión de bloques circuitales del radio – Circuito impreso 8486769Z02-A de VHF (136-162 MHz) 7-5
Figura 7–4. Esquema eléctrico de la etapa de entrada del receptor – Circuito impreso 8486769Z02-A de VHF (136-162 MHz) 7-6
Figura 7–5. Esquema eléctrico de la etapa de salida del receptor – Circuito impreso 8486769Z02-A de VHF (136-162 MHz) 7-7
Figura 7–6. Esquema eléctrico del sintetizador – Circuito impreso 8486769Z02-A de VHF (136-162 MHz) 7-8
Figura 7–7. Esquema eléctrico del oscilador controlado por voltaje – Circuito impreso 8486769Z02-A de VHF (136-162 MHz) 7-9
Figura 7–8. Esquema eléctrico del transmisor y del control de potencia – Circuito impreso 8486769Z02-A de VHF (136-162 MHz) 7-10
Figura 7–9. Esquema eléctrico de interconexión del controlador – Circuito impreso 8486769Z02-A de VHF (136-162 MHz) 7-11
Figura 7–10. Esquema eléctrico de la circuitería del microprocesador – Circuito impreso 8486769Z02-A de VHF (136-162 MHz) 7-12
Figura 7–11. Esquema eléctrico de la circuitería de audio – Circuito impreso 8486769Z02-A de VHF (136-162 MHz) 7-13
Figura 7–12. Esquema eléctrico de regulación de CC – Circuito impreso 8486769Z02-A de VHF (136-162 MHz) 7-14
Figura 7–13. Esquema eléctrico de la tarjeta del teclado – Circuito impreso 8466565A03-B de VHF (136-162 MHz) 7-15
Figura 7–14. Vista del lado superior de la tarjeta – Circuito impreso 8486769Z02-A de VHF (136-162 MHz) 7-16
Figura 7–15. Vista del lado inferior de la tarjeta – Circuito impreso 8486769Z02-A de VHF (136-162 MHz) 7-17
Figura 7–16. Tarjeta del teclado – Circuito impreso 8466565A03-B de VHF (136-162 MHz) 7-18
Figura 7–17. Diagrama de interconexión de bloques circuitales del radio – Circuito impreso 8486342Z13-A de VHF (146-174 MHz) 7-23
Figura 7–18. Esquema eléctrico de la etapa de entrada del receptor – Circuito impreso 8486342Z13-C de VHF (146-174 MHz) 7-24
Figura 7–19. Esquema eléctrico de la etapa de salida del receptor – Circuito impreso 8486342Z13-C de VHF (146-174 MHz) 7-25

Figura 7–20. Esquema eléctrico del sintetizador – Circuito impreso 8486342Z13-C de VHF (146-174 MHz) 7-26
Figura 7–21. Esquema eléctrico del oscilador controlado por voltaje – Circuito impreso 8486342Z13-C de VHF (146-174 MHz) 7-27
Figura 7–22. Esquema eléctrico del transmisor y del control de potencia – Circuito impreso 8486342Z13-C de VHF (146-174 MHz) 7-28
Figura 7–23. Esquema eléctrico de interconexión del controlador – Circuito impreso 8486342Z13-C de VHF (146-174 MHz) 7-29
Figura 7–24. Esquema eléctrico de la circuitería del microprocesador – Circuito impreso 8486342Z13-C de VHF (146-174 MHz) 7-30
Figura 7–25. Esquema eléctrico de la circuitería de audio – Circuito impreso 8486342Z13-C de VHF (146-174 MHz) 7-31
Figura 7–26. Esquema eléctrico de regulación de CC – Circuito impreso 8486342Z13-C de VHF (146-174 MHz) 7-32
Figura 7–27. Esquema eléctrico de la tarjeta del teclado – Circuito impreso 8466565A03-B de VHF (146-174 MHz) 7-33
Figura 7–28. Vista del lado de componentes – Circuito impreso 8486342Z13-C de VHF (146-174 MHz) 7-34
Figura 7–29. Vista del lado de soldaduras – Circuito impreso 8486342Z13-C de VHF (146-174 MHz) 7-35
Figura 7–30. Tarjeta del teclado – Circuito impreso 8466565A03-B de VHF (146-174 MHz) 7-36
Figura 8–1. Diagrama de bloques del receptor de UHF 8-1
Figura 8–2. Diagrama de bloques del transmisor de UHF 8-3
Figura 8–3. Diagrama de bloques de la unidad de generación de frecuencia de UHF 8-5
Figura 8–4. Diagrama de bloques del sintetizador de UHF 8-6
Figura 8–5. Diagrama de bloques del VCO de UHF 8-7
Figura 8–6. Diagrama de bloques del teclado 8-7
Figura 9–1. Diagrama de bloques del receptor de UHF 9-1
Figura 9–2. Diagrama de bloques del transmisor de UHF 9-3
Figura 9–3. Diagrama de bloques de la unidad de generación de frecuencia de UHF 9-5
Figura 9–4. Diagrama de bloques del sintetizador de UHF 9-6
Figura 9–5. Diagrama de bloques del VCO de UHF 9-7
Figura 9–6. Diagrama de bloques del teclado 9-7
Figura 10–1. Diagrama de bloques del receptor de UHF 10-1
Figura 10–2. Diagrama de bloques del transmisor de UHF 10-3
Figura 10–3. Diagrama de bloques de la unidad de generación de frecuencia de UHF 10-5
Figura 10–4. Diagrama de bloques del sintetizador de UHF 10-6
Figura 10–5. Diagrama de bloques del VCO de UHF 10-7
Figura 10–6. Diagrama de bloques del teclado 10-7
Figura 11–1. Diagrama de bloques del receptor de UHF 11-1
Figura 11–2. Diagrama de bloques del transmisor de UHF 11-3
Figura 11–3. Diagrama de bloques de la unidad de generación de frecuencia de UHF 11-5
Figura 11–4. Diagrama de bloques del sintetizador de UHF 11-6
Figura 11–5. Diagrama de bloques del VCO de UHF 11-7
Figura 11–6. Diagrama de bloques del teclado 11-7
Figura 13–1. Tarjeta de circuito impreso de seis capas: Escalonamiento del cobre en la secuencia de capas 13-3
Figura 13–2. Esquema eléctrico del parlante y del micrófono 13-3
Figura 13–3. Diagrama de bloques circuitales del radio - Circuito impreso 8486635Z03-O de UHF (403-440 MHz) 13-5
Figura 13–4. Esquema eléctrico de la etapa de entrada del receptor – Circuito impreso 8486635Z03-O de UHF (403-440 MHz) 13-6
Figura 13–5. Esquema eléctrico de la etapa de salida del receptor – Circuito impreso 8486635Z03-O de UHF (403-440 MHz) 13-7

Figura 13–6. Esquema eléctrico del sintetizador – Circuito impreso 8486635Z03-O de UHF (403-440 MHz) 13-8
Figura 13–7. Esquema eléctrico del oscilador controlado por voltaje – Circuito impreso 8486635Z03-O de UHF (403-440 MHz) 13-9
Figura 13–8. Esquema eléctrico del transmisor y del control de potencia – Circuito impreso 8486635Z03-O de UHF (403-440 MHz) 13-10
Figura 13–9. Esquema eléctrico de interconexión del controlador – Circuito impreso 8486635Z03-O de UHF (403-440 MHz) 13-11
Figura 13–10. Esquema eléctrico de la circuitería del microprocesador – Circuito impreso 8486635Z03-O de UHF (403-440 MHz) 13-12
Figura 13–11. Esquema eléctrico de la circuitería de audio – Circuito impreso 8486635Z03-O de UHF (403-440 MHz) 13-13
Figura 13–12. Esquema eléctrico de regulación de CC – Circuito impreso 8486635Z03-O de UHF (403-440 MHz) 13-14
Figura 13–13. Esquema eléctrico de la tarjeta del teclado - Circuito impreso 8466565A03-B de UHF (403-440 MHz) 13-15
Figura 13–14. Vista del lado de componentes – Circuito impreso 8486635Z03-O de UHF (403-440 MHz) 13-16
Figura 13–15. Vista del lado de soldaduras – Circuito impreso 8486635Z03-O de UHF (403-440 MHz) 13-17
Figura 13–16. Tarjeta del teclado – Circuito impreso 8466565A03-B de UHF (403-440 MHz) 13-18
Figura 13–17. Diagrama de bloques circuitales del radio - Circuito impreso 8486348Z13-O de UHF (438-470 MHz) 13-23
Figura 13–18. Esquema eléctrico de la etapa de entrada del receptor – Circuito impreso 8486348Z13-C de UHF (438-470 MHz) 13-24
Figura 13–19. Esquema eléctrico de la etapa de salida del receptor – Circuito impreso 8486348Z13-C de UHF (438-470 MHz) 13-25
Figura 13–20. Esquema eléctrico del sintetizador – Circuito impreso 8486348Z13-C de UHF (438-470 MHz) 13-26
Figura 13–21. Esquema eléctrico del oscilador controlado por voltaje – Circuito impreso 8486348Z13-C de UHF (438-470 MHz) 13-27
Figura 13–22. Esquema eléctrico del transmisor y del control de potencia – Circuito impreso 8486348Z13-C de UHF (438-470 MHz) 13-28
Figura 13–23. Esquema eléctrico de interconexión del controlador – Circuito impreso 8486348Z13-C de UHF (438-470 MHz) 13-30
Figura 13–24. Esquema eléctrico de la circuitería del microprocesador – Circuito impreso 8486348Z13-C de UHF (438-470 MHz) 13-31
Figura 13–25. Esquema eléctrico de la circuitería de audio – Circuito impreso 8486348Z13-C de UHF (438-470 MHz) 13-32
Figura 13–26. Esquema eléctrico de regulación de CC – Circuito impreso 8486348Z13-C de UHF (438-470 MHz) 13-33
Figura 13–27. Esquema eléctrico de la tarjeta del teclado - Circuito impreso 8466565A03-B de UHF (438-470 MHz) 13-34
Figura 13–28. Vista del lado de componentes – Circuito impreso 8486348Z13-C de UHF (438-470 MHz) 13-35
Figura 13–29. Vista del lado de soldaduras – Circuito impreso 8486348Z13-O de UHF (438-470 MHz) 13-36
Figura 13–30. Tarjeta del teclado – Circuito impreso 8466565A03-B de UHF (438-470 MHz) 13-36
Figura 13–31. Diagrama de bloques circuitales del radio - Circuito impreso 8486634Z02-O de UHF (465-495 MHz) 13-41
Figura 13–32. Esquema eléctrico de la etapa de entrada del receptor – Circuito impreso 8486634Z02-O de UHF (465-495 MHz) 13-42

Figura 13–33. Esquema eléctrico de la etapa de salida del receptor – Circuito impreso 8486634Z02-O de UHF (465-495 MHz) 13-43
Figura 13–34. Esquema eléctrico del sintetizador – Circuito impreso 8486634Z02-O de UHF (465-495 MHz) 13-44
Figura 13–35. Esquema eléctrico del oscilador controlado por voltaje – Circuito impreso 8486634Z02-O de UHF (465-495 MHz) 13-45
Figura 13–36. Esquema eléctrico del transmisor y del control de potencia – Circuito impreso 8486634Z02-O de UHF (465-495 MHz) 13-46
Figura 13–37. Esquema eléctrico de interconexión del controlador – Circuito impreso 8486634Z02-O de UHF (465-495 MHz) 13-47
Figura 13–38. Esquema eléctrico de la circuitería del microprocesador – Circuito impreso 8486634Z02-O de UHF (465-495 MHz) 13-48
Figura 13–39. Esquema eléctrico de la circuitería de audio – Circuito impreso 8486634Z02-O de UHF (465-495 MHz) 13-49
Figura 13–40. Esquema eléctrico de regulación de CC – Circuito impreso 8486634Z02-O de UHF (465-495 MHz) 13-50
Figura 13–41. Esquema eléctrico de la tarjeta del teclado - Circuito impreso 8466565A03-B de UHF (465-495 MHz) 13-51
Figura 13–42. Vista del lado de componentes – Circuito impreso 8486634Z02-O de UHF (465-495 MHz) 13-52
Figura 13–43. Vista del lado de soldaduras – Circuito impreso 8486634Z02-O de UHF (465-495 MHz) 13-53
Figura 13–44. Tarjeta del teclado – Circuito impreso 8466565A03-B de UHF (465-495 MHz) 13-54
Figura 13–45. Diagrama de bloques circuitales del radio - Circuito impreso 8486768Z02-A de UHF (490-527 MHz) 13-59
Figura 13–46. Esquema eléctrico de la etapa de entrada del receptor – Circuito impreso 8486768Z02-A de UHF (490-527 MHz) 13-60
Figura 13–47. Esquema eléctrico de la etapa de salida del receptor – Circuito impreso 8486768Z02-A de UHF (490-527 MHz) 13-61
Figura 13–48. Esquema eléctrico del sintetizador – Circuito impreso 8486768Z02-A de UHF (490-527 MHz) 13-62
Figura 13–49. Esquema eléctrico del oscilador controlado por voltaje – Circuito impreso 8486768Z02-A de UHF (490-527 MHz) 13-63
Figura 13–50. Esquema eléctrico del transmisor y del control de potencia – Circuito impreso 8486768Z02-A de UHF (490-527 MHz) 13-64
Figura 13–51. Esquema eléctrico de interconexión del controlador – Circuito impreso 8486768Z02-A de UHF (490-527 MHz) 13-65
Figura 13–52. Esquema eléctrico de la circuitería del microprocesador – Circuito impreso 8486768Z02-A de UHF (490-527 MHz) 13-66
Figura 13–53. Esquema eléctrico de la circuitería de audio – Circuito impreso 8486768Z02-A de UHF (490-527 MHz) 13-67
Figura 13–54. Esquema eléctrico de regulación de CC – Circuito impreso 8486768Z02-A de UHF (490-527 MHz) 13-68
Figura 13–55. Esquema eléctrico de la tarjeta del teclado - Circuito impreso 8466565A03-B de UHF (490-527 MHz) 13-69
Figura 13–56. Vista del lado de componentes – Circuito impreso 8486768Z02-A de UHF (490-527 MHz) 13-70
Figura 13–57. Vista del lado de soldaduras – Circuito impreso 8486768Z02-A de UHF (490-527 MHz) 13-71
Figura 13–58. Tarjeta del teclado – Circuito impreso 8466565A03-B de UHF (490-527 MHz) 13-72

Lista de tablas

Tabla 1–1. Equipo de prueba recomendado 1-1
Tabla 1–2. Útiles de servicio 1-2
Tabla 1–3. Herramientas de servicio recomendadas 1-3
Tabla 2–1. Reguladores de voltaje 2-2
Tabla 3–1. Requisitos de memoria del radio 3-1
Tabla 3–2. Definiciones de señales del bus SPI 3-2
Tabla 6–1. Tabla de solución de problemas del receptor 6-1
Tabla 6–2. Tabla de solución de problemas del sintetizador 6-3
Tabla 6–3. Tabla de solución de problemas del transmisor 6-5
Tabla 6–4. Tabla de solución de problemas con señales de circuitos integrados y tarjetas 6-8
Tabla 12–1. Tabla de solución de problemas del receptor 12-1
Tabla 12–2. Tabla de solución de problemas del sintetizador 12-3
Tabla 12–3. Tabla de solución de problemas del transmisor 12-5
Tabla 12–4. Tabla de solución de problemas con señales de circuitos integrados y tarjetas 12-8

Publicaciones relacionadas

Manual de servicio básico de la Serie E HKLN4215
CD-ROM de usuario interactivo para la Serie E HKLN4212
Normas de seguridad y exposición a la energía de RF 6881095C98

Esta página fue dejada intencionalmente en blanco.

Capítulo 1 Equipo de prueba, útiles de servicio y herramientas de servicio

1.1 Equipo de prueba

La Tabla 1–1 presenta el equipo de prueba requerido para el mantenimiento de los radios EP450.

Tabla 1–1. Equipo de prueba recomendado

Nº de parte Motorola	Descripción	Características	Aplicación
Serie R2600	Analizador de sistema	Esta unidad sustituye los artículos marcados con un asterisco (*).	Medidor de frecuencia y desviación, y generador de señales, para la alineación de los radios y una amplia gama de procedimientos de solución de problemas.
*R1074	Multímetro digital Fluke 87	Verdadera medición de valores eficaces (RMS), contador de frecuencia de 200 kHz, gráfico de barras de 32 segmentos con luz de fondo.	El voltímetro digital se recomienda para medir voltajes y corrientes alternas y continuas.
	Punta de prueba de RF Fluke 85	500 MHz, 30 V CA máx.	Use con el multímetro digital Fluke 87 para medición de voltajes de RF.
*R1377	Voltímetro de CA	1 mV a 300 mV, impedancia de entrada de 10 megaohmios	Mediciones del voltaje de audio
R1611	Osciloscopio de 100 MHz de dos canales (Agillent)	Dos canales, ancho de banda de 100 MHz, 200 megamuestras/ segundo, 2 MB memoria/ canal.	Mediciones de formas de onda
S1339	Milivoltímetro de RF	100 µV a 3V RF, rango de frecuencia de 10 kHz a 1 GHz	Mediciones de nivel de RF
*R1013 o *R1370	Medidor de SINAD o Medidor de SINAD con RMS	Sin voltímetro de audio RMS o Con voltímetro de audio RMS	Mediciones de sensibilidad del receptor

1.2 Útiles de servicio

La Tabla 1–2 muestra los útiles de servicio recomendados para el mantenimiento de los radios EP450. Si bien todos estos artículos se pueden adquirir a través de Motorola, la mayoría de ellos son equipos de uso corriente en el taller. Pueden usarse equipos similares a los que se presentan en la lista, siempre que los mismos cuenten con capacidades equivalentes.

Tabla 1–2. Útiles de servicio

Nº de parte Motorola	Descripción	Aplicación
RLN4460	Equipo de prueba portátil	Facilita la conexión al enchufe hembra de audio/ accesorio. Permite la conmutación para las pruebas del radio.
RLN4510	Interfaz de batería	Regula el voltaje CC y la corriente CC entre el radio y la fuente de alimentación.
RVN4195	Software de Programación (CPS) y Software Sintonizador (Tuner) en CD–ROM	Programa las opciones del cliente y los datos de canales.
AAPMKN4004	Cable de programación/prueba	Conecta el radio a la caja RIB (RLN4008).
AAPMKN4003	Cable de clonación de radios	Permite la duplicación desde un radio maestro mediante la transferencia de datos programados desde el radio maestro al otro.
RLN4008	Caja de interfaz del radio.	Facilita las comunicaciones entre el radio y el adaptador de comunicación serie de la computadora.
5886564Z01	Adaptador de RF	Permite conectar el puerto de la antena del radio al cable con conector BNC del equipo de prueba.
0180305K08	Eliminador de batería para taller	Interconecta el radio con la fuente de alimentación.
HSN9412	Fuente de alimentación para montaje en la pared	Suministra la alimentación eléctrica a la RIB (120 V CA).
3080369B71 ó 3080369B72	Cable de interfaz de la computadora	Use la B72 en computadoras IBM PC, AT o posteriores (puerto serie de 9 contactos). Use la B71 en modelos anteriores (puerto serie de 25 contactos). Conecta la RIB al adaptador de comunicaciones serie de la computadora (PLN4008).
6686533Z01	Extractor de perillas/abridor de chasis	Se usa para desmontar el conjunto de la cubierta frontal.
HKN9216	Cable de interfaz de computadora IBM	Conexión de la computadora a la RIB.
8180384N65	Eliminador de carcasa	Permite efectuar pruebas al radio fuera de la carcasa.
RLN5583	Adaptador para programación de memoria Flash	Cable para programación con CPS y grabación de memoria Flash, para centros de servicio autorizados.

Tabla 1–3. Herramientas de servicio recomendadas

Nº de parte Motorola	Descripción	Aplicación
RSX4043	Destornillador TORX	Permite apretar y sacar tornillos del chasis
6680387A70	Punta destornilladora TORX T6	Punta destornilladora TORX desmontable
R1453	Estación de soldadura con indicador digital	Soldador controlado digitalmente
RLN4062	Estación de trabajo de aire caliente, 120 V	Herramienta para soldar/desoldar con aire caliente circuitos integrados de montaje en superficie
0180386A78	Lupa con luz incorporada y acoplador para lentes	Iluminación y aumento de componentes
0180302E51	Sistema maestro de lentes	
0180386A82	Kit antiestático de conexión a tierra	Usado durante todos los procedimientos de montaje y desmontaje del radio
6684253C72	Punta de prueba recta	
6680384A98	Cepillo	
1010041A86	Soldadura (tipo RMA), para 63/67 de 0,5 mm de diámetro, rollo de 454 g (1 lb)	
0180303E45	Juego de herramientas SMD (incluido con R1319A)	
R1319	ChipMaster (110 V)	Desmontaje y montaje de circuitos integrados de montaje en superficie y/o protectores de estación de reparación. Incluye 5 boquillas.
R1321	ChipMaster (220 V)	
Boquillas ChipMaster:		
6680332E83	Boquilla PLCC–28*	Soldadura y desoldadura de circuitos integrados
6680332E82	Boquilla PLCC–44*	
6680332E94	Boquilla PLCC–52	
6680332E96	Boquilla PLCC–84	
6680334E67	Boquilla QFP–160	
6680333E46	Boquilla SOL–18	
6680332E84	Boquilla SOIC–20	
6680332E87	Boquilla SOL–20J	
6680333E45	Boquilla SOL–24	
6680333E55	Boquilla TSOP–64	

* Incluida en paquetes ChipMaster

Cable de programación/prueba

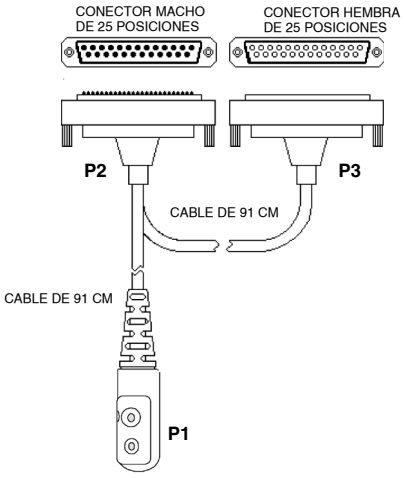

Figura 1–1. Cable de programación/prueba

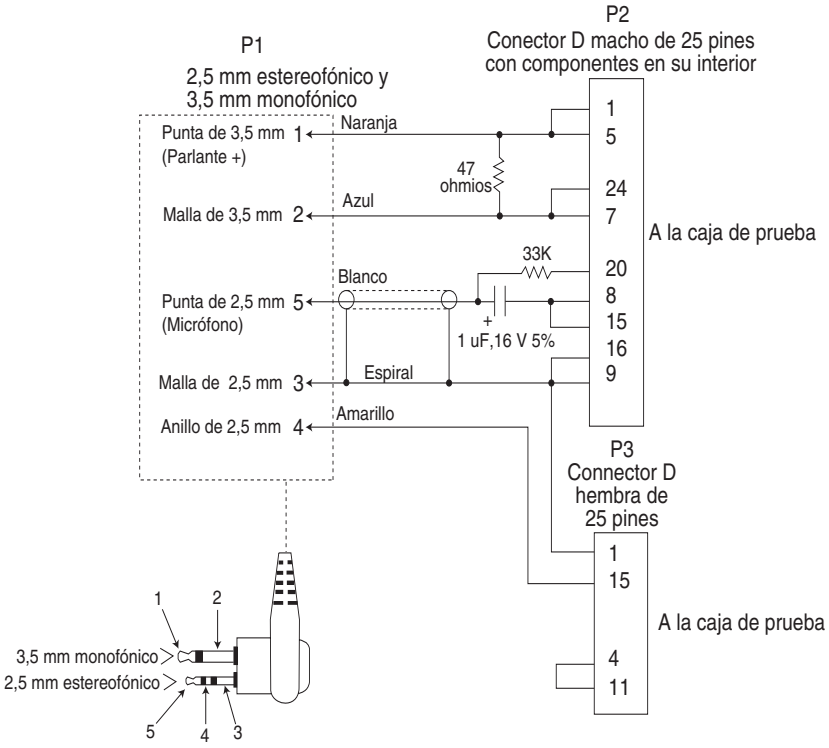

Figura 1–2. Cableado de los conectores

Capítulo 2 Distribución de la alimentación de CC

2.1 Regulación y distribución de CC

En la Figura 2–1 se presenta un diagrama de bloques de la distribución de la alimentación de CC por el radio.

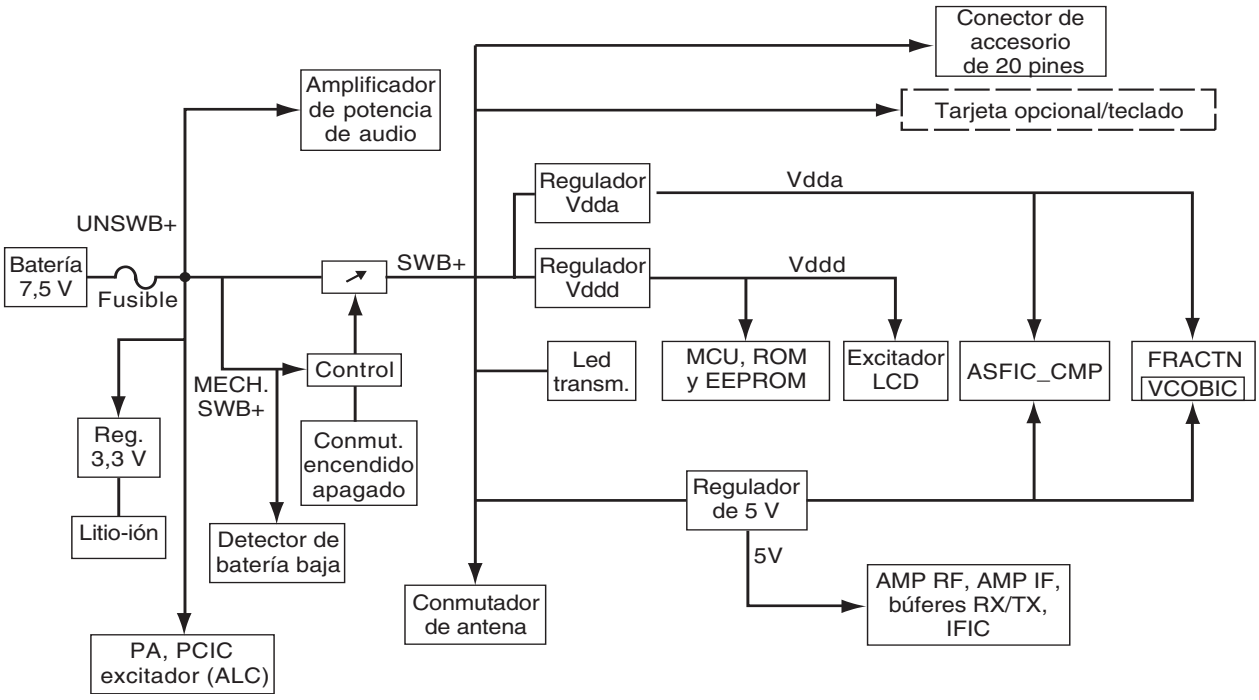

Figura 2–1. Diagrama de bloques de distribución de la alimentación de CC

El voltaje de la batería entra por el conector J301 y se encamina a través del fusible F301 hasta convertirse en USWB+. VR301 sirve de protección frente a descargas electrostáticas, mientras que D301 brinda protección frente a la inversión de polaridad. Este voltaje se encamina:

- al conmutador FET Q170 del circuito de control de potencia de transmisión (se enciende durante la transmisión)
- al módulo amplificador de potencia de transmisión (a través de R150)
- a los pines de entrada de los reguladores U310, U320 y U330
- al conmutador FET Q493 (encendido siempre que el radio esté encendido)
- al conmutador de encendido S444 (parte del control de encendido/apagado/volumen) hasta convertirse en SWB+

Cuando el radio está encendido, SWB+ está presente y llega:

- al transistor conmutador Q494 (pines 1 y 6) que enciende Q493
- al amplificador de potencia de audio de recepción U490
- al divisor de voltaje R420/R421 y al puerto PE0, una entrada A/D del microprocesador que mide el voltaje de batería y el estado del radio (encendido/apagado).

La salida del FET conmutador Q493 se aplica a los pines de control de los reguladores U310, U320 y U330, y de esta manera los activa. Se usan los siguientes reguladores:

Tabla 2–1. Reguladores de voltaje

Nº referencia	Descripción	Tipo
U310	Regulador de 5 V	TK71750S
U320	Regulador de 3,3 V digitales	LP2986
U330	Regulador de 3 V	TK71730S

La fuente de 5 V se conecta a:

- la circuitería de la etapa de salida de recepción
- la entrada del superfiltro del sintetizador y la alimentación de la bomba de carga
- los LED indicadores rojo y verde
- el búfer de audio de recepción U510
- porciones del ASFIC U451

La fuente de 5 V también se conecta a los FET conmutadores Q311 y Q312. Q311 se enciende mediante Q313 cuando RX_ENA (proveniente del pin 49 de U401) está a nivel alto, y alimenta a través de la fuente “5R” las etapas de entrada de RF Q21-Q22 y el búfer de inyección de recepción del VCO Q280. Q312 se enciende mediante Q313 cuando TX_ENA (proveniente del pin 50 de U401) está a nivel alto, y alimenta a través de la fuente “5T” la primera etapa del transmisor Q100.

La fuente de 3,3 voltios digitales proveniente de U320 (D_3.3 V) se aplica a:

- el microprocesador U401
- la EEPROM U402
- la S-RAM U403
- la ROM Flash U404

La fuente regulada de 3 V proveniente de U330 se aplica a:

- el CI sintetizador U201
- al CI búfer/VCO U251
- porciones del ASFIC U451
- a la circuitería de polarización del micrófono

Mientras que el radio está encendido, el puerto PH3 (pin 44 de U401) se mantiene a nivel alto. Cuando el radio se apaga, desaparece SWB+ y el puerto PE0 (pin 67 de U401) se pone a nivel bajo, con lo cual se inicia la rutina de apagado. El puerto PH3 (pin 44) permanece a nivel alto, lo que mantiene encendidos los reguladores de voltaje a través de Q493 y Q494, hasta que el estado operativo del radio se guarde en EEPROM y se completen las demás funciones de datos de apagado. A continuación, PH3 se pone a nivel bajo, con lo cual se apagan Q494 y Q493, y desaparecen todos los voltajes regulados.

Capítulo 3 Descripción de funcionamiento del controlador

3.1 Controlador

El controlador proporciona las siguientes funciones:

- interfaz con los controles e indicadores
- control del bus serie de los principales bloques circuitales del radio
- codificación y/o decodificación de los formatos de señalización seleccionables como, por ejemplo, PL, DPL, MDC-1200 y QuikCall II
- interfaz con la programación del CPS mediante el conector del micrófono
- almacenamiento de información específica del cliente como, por ejemplo, frecuencias de canales, listas de rastreo y códigos de señalización
- almacenamiento de los parámetros de ajuste de fábrica, como potencia y desviación del transmisor, sensibilidad del silenciador del receptor y ajustes del nivel de audio
- rutinas de encendido, apagado y reinicialización

La Figura 7–17 (VHF) muestra la interconexión entre el controlador y los varios otros bloques del radio. La Figura 7–23 muestra las conexiones entre las siguientes áreas circuitales que constituyen el bloque del controlador:

- la circuitería del microprocesador
- la circuitería de audio
- la circuitería de regulación de CC (remítase al Capítulo 2, Regulación y distribución de CC).
- conmutadores, controles de botones y controles giratorios
- la interfaz de tarjeta opcional

La mayoría de la circuitería descrita a continuación está incluida en los esquemas eléctricos de la circuitería del microprocesador (Figura 7–24). También hay porciones en los esquemas eléctricos de regulación de CC y de audio (Figuras 7–25 y 7–26).

3.1.1 Circuitería del microprocesador

La circuitería del microprocesador incluye el propio microprocesador (U401) y las memorias EEPROM, S-RAM (no usada en los modelos EP450) y ROM Flash. Se emplean los siguientes circuitos integrados de memoria:

Tabla 3–1. Requisitos de memoria del radio

Nº referencia	Descripción	Tipo	Tamaño
U402	EEPROM serie	AT25128	16K x 8
U403	RAM estática	(no usada)	
U404	ROM Flash	AT49LV001N_70 V	128K x 8

3.1.1.1 Utilización de la memoria

El funcionamiento del radio está controlado mediante software almacenado en memoria ROM Flash externa (U404). Los parámetros del radio e información específica del cliente se almacena en una EEPROM externa (U402). El estado operativo del radio se mantiene en memoria RAM ubicada dentro del microprocesador. Cuando el radio se apaga, el estado operativo del radio se guarda en la EEPROM antes de desconectarse el voltaje de operación del microprocesador. Consulte la sección "3.1.1.7 Secuencias de encendido, de apagado y de reinicialización del microprocesador" en la página 3–4 para obtener más detalles sobre la rutina de apagado.

La comunicación paralelo con U403 y el U404 se realiza a través de:

- líneas de dirección A(0)-A(16), provenientes del puerto F (ADDR0-ADDR13) y del puerto G (XA14-XA16), ambos de U401;
- líneas de datos D(0)-D(7), provenientes del puerto C de U401 (DATA0-DATA7);
- selección de chip del U403, proveniente de PH6 (pin 41 de U401);
- selección de chip del U404, proveniente de PH7 (pin 38 de U401);
- selección de salida del U404, proveniente de PH7 (pin 86 de U401);
- selección de escritura tanto de U403 como de U404, proveniente de PG7_R/W (pin 4 de U401)

La comunicación serie con U402 se realiza a través de:

- el bus SPI (ver la sección "3.1.1.3 Control de bus serie de los bloques circuitales" en la página 3–2)
- selección de chip del U402, proveniente de PD6 (pin 3 de U401);

3.1.1.2 Interfaz de controles e indicadores

Los puertos PI3 y PI4 son salidas que controlan el LED indicador ubicado en la parte superior del radio. Cuando PI3 está a nivel alto, el indicador se enciende de color rojo. Cuando PI4 está a nivel alto, el indicador se enciende de color verde. Cuando ambos puertos están a nivel alto el indicador se enciende de color ámbar. Cuando ambos puertos están a nivel bajo, el indicador se apaga.

Al presionar el botón de transmisión (PTT) ubicado lateralmente (S441) el puerto PJ0 se pone a nivel bajo (pin 71 de U401), lo que indica que el PTT se ha activado. Los botones laterales de opciones 1 y 2 (S442 y S443) están conectados a los puertos PJ6 (pin 77) y PJ7 (pin 78), respectivamente.

3.1.1.3 Control de bus serie de los bloques circuitales

El microprocesador se comunica con los demás bloques circuitales a través de un bus SPI (interfaz de periféricos serie) mediante el puerto PD2 (datos de entrada al µP), PD3 (datos de salida del µP) y PD4 (reloj). Los nombres de las señales y los puertos del microprocesador están definidos en la Tabla 3–2.

Tabla 3–2. Definiciones de señales del bus SPI

Nombre de la señal	Puerto del microprocesador	Pin del microprocesador
SPI–DATA_IN	PD2–MISO	Pin 99 de U401
SPI_DATA_OUT	PD3–MOSI	Pin 100 de U401
SPI_CLK	PD4–SCK	Pin 1 de U401

Estas señales van:

- al CI del filtro de audio (U451) para controlar las funciones internas como, por ejemplo, cambios de ganancia entre canales de 25 kHz y de 12,5 kHz, modo de transmisión o de recepción, ajuste de volumen, etc.
- al CI sintetizador U201 para cargar las frecuencias de los canales de recepción y transmisión
- al conector de tarjeta opcional J460-1 para configuración y control de opciones internas
- EEPROM serie U402 (se usan SPI_DATA_IN y SPI_DATA_OUT).

A fin de que cada bloque circuital responda únicamente a los datos de los que son destinatarios, cada periférico tiene su propia línea de selección de chip (o de activación de chip). El dispositivo sólo responderá a los datos cuando su línea de activación haya sido puesta a nivel bajo por uno de los siguientes puertos del microprocesador:

- puerto PD5 (pin 2 de U401) del CI del filtro de audio
- puerto PH0 (pin 47 de U401) del CI sintetizador
- puerto PH4 (pin 43 de U401) de activación de pantalla/tarjeta opcional
- puerto PD6 (pin 3 de U401) de la EEPROM serie.

3.1.1.4 Interfaz para programación con el RSS

El radio puede ser programado y la información en él programada puede ser leída usando una computadora con CPS (Software de Programación) conectada al radio a través de una RIB (caja de interfaz de radio) o de un cable eliminador de RIB. La conexión al radio se realiza a través del conector del micrófono (parte del conector de accesorio J471). La línea SCI conecta el contacto de programación (pin 6 de J471) a los puertos PD0_RXD (datos de entrada al µP, pin 97) y PD1_TXD (datos de salida del µP, pin 98). El transistor Q410 aisla las funciones de entrada y salida permitiendo que PD1 ponga la línea a nivel bajo, sin impedir que el puerto PD0 realice la lectura de los datos entrantes. Este aislamiento permite la comunicación de alta velocidad mediante dos hilos a través de TP401 y TP402 para programación y ajustes de fábrica.

3.1.1.5 Almacenamiento de información específica del cliente

La información programada con el CPS, como frecuencias de canales o códigos de señalización selectiva, se guarda en la EEPROM externa, donde permanece indefinidamente (a menos que sea reprogramada) sin que sea necesario mantener el microprocesador alimentado con CC.

3.1.1.6 Detección de accesorios conectados externamente

El puerto PJ1 se emplea para detectar la presencia de accesorios conectados externamente. El puerto PJ1 (pin 72 de U401) normalmente está a nivel bajo, a menos que se usen accesorios (micrófono/parlante para solapa, diadema liviana, etc.). Este puerto se usa para detectar el PTT de un accesorio o para monitorear un accesorio VOX.

Si se programa la función VOX en el Codeplug del canal del radio y PJ1 está a nivel alto durante la secuencia de encendido del radio, se activará la función VOX. Si hay un nivel bajo en el puerto PJ1 durante la secuencia de encendido del radio, este puerto se usa como indicador de PTT externo.

3.1.1.7 Secuencias de encendido, de apagado y de reinicialización del microprocesador

Durante la secuencia de encendido, el microprocesador permanece con la señal de reinicialización aplicada hasta que el regulador de 3,3 V digitales (pin 5 de U320) esté suministrando un voltaje de alimentación estable. Una vez que la alimentación digital alcanza el régimen permanente y se retira la línea de reinicialización (pin 7 de U320) el microprocesador comienza a funcionar. El ASFIC_CMP (U451) ya ha comenzado a funcionar y está suministrando el reloj de arranque al microprocesador. Una vez que se ha retirado la señal de reinicialización de todos los circuitos, el software del microprocesador comienza la ejecución de las asignaciones de los puertos, la verificación de memoria RAM y la rutina de inicialización. Se añade un retardo fijo de 100 ms para permitir que la circuitería de audio se estabilice. A continuación, se genera un tono de alerta y comienza la ejecución del software de régimen permanente (se monitorean los botones y se controlan los circuitos del radio).

Cuando el radio se apaga, desaparece SWB+ y el puerto PE0 (pin 67 de U401) se pone a nivel bajo, con lo cual se inicia la rutina de apagado. El puerto PH3 (pin 44) permanece a nivel alto, lo que mantiene encendidos los reguladores de voltaje a través de Q493 y Q494, hasta que el estado operativo del radio se guarde en EEPROM. A continuación, PH3 se pone a nivel bajo y desaparecen todos los voltajes regulados.

La línea de reinicialización del microprocesador (pin 94) puede ser controlada directamente por el regulador de 3,3 V digitales (pin 7 de U320), por el conector hembra del micrófono (parte del conector de accesorio J471) a través de Q472 y Q471, y por el propio microprocesador. U320 pone a nivel bajo la línea de reinicialización si la fuente de 3,3 V digitales pierde su regulación. Así se evita un posible bloqueo de la etapa MOS y una sobrescritura de los registros del microprocesador, debido a un incremento del voltaje de la línea de reinicialización por encima del voltaje de los puertos VDD del microprocesador (pines 12, 39, 59 y 88 de U401). El microprocesador puede poner a nivel bajo la línea de reinicialización si detecta una condición de falla como, por ejemplo, la expiración del temporizador de vigilancia, la caída del software en un bucle infinito, entradas de hardware inesperadas, descargas electrostáticas, etc. Finalmente, el Q471 puede poner a nivel bajo la línea de reinicialización durante el uso del cable de programación y el CPS mediante la aplicación de un voltaje suficientemente negativo a la punta del conector del micrófono (pin 4 de J471); sin embargo, este método de reinicialización no se utiliza.

3.1.1.8 Control del modo de arranque

Al ocurrir la secuencia de inicialización tras energización, el microprocesador arranca o bien en el modo normal o en el modo de programación de memoria Flash, dependiendo del nivel lógico de los puertos MODA y MODB (pines 58 y 57 de U401, respectivamente). El adaptador para programación de memoria Flash es un accesorio de programación que proporciona un voltaje negativo de 9 V CC a través de una resistencia de 1K al conector del micrófono (pin 4 de J471). Lo anterior hace que se encienda Q471 y Q472 a través de D471 y VR472, y que las líneas MODA y MODB se pongan a nivel bajo, lo que permite que arranque el modo Flash tras apagarse y encenderse el radio. Las actualizaciones de software se pueden realizar cargando el nuevo software en la ROM Flash, U404.

3.1.1.9 Reloj de 7,3975 MHz del microprocesador

La señal de reloj de 7,3975 MHz (µP_CLK) proviene del ASFIC_CMP (pin 28 de U451). Al momento del arranque, el cristal de 16,8 MHz proporciona la señal al ASFIC_CMP, el cual a su vez envía la señal µP_CLK a 3,8 MHz hasta que se alcanza un estado de régimen permanente y la frecuencia del reloj aumenta a 7,3975 MHz para el microprocesador.

3.1.1.10 Indicador de carga de la batería

Existen varios tipos de baterías con diferentes capacidades. Los diferentes tipos de baterías contienen resistencias internas conectadas entre el contacto BATT_CHARGE y tierra (encaminado al microprocesador como BATT_DETECT). Se forma un divisor de voltaje con R255 el cual produce un voltaje CC diferente para cada tipo de batería, el cual es leído por el puerto PE2 del microprocesador (pin 65). Esto permite al software reconocer la composición química de la batería usada y ajustar el medidor de carga de la batería para obtener mayor exactitud.

3.1.2 Circuitería de audio

3.1.2.1 Circuitería de audio de bajo nivel de transmisión y recepción

La mayoría del procesamiento de audio de transmisión y recepción lo realiza U451, el CI del filtro de audio (ASFIC_CMP), el cual ofrece las siguientes funciones:

- Filtraje de codificación y decodificación TPL/DPL (línea privada de tonos/línea privada digital)
- Filtro de rechazo de TPL/DPL en el trayecto de audio de recepción
- Amplificador con pre-énfasis de transmisión
- Limitador de modulación de audio de transmisión
- Filtro postlimitador (de espurias)
- Ajuste de la desviación de transmisión (atenuadores controlados digitalmente)
- Atenuador programable de ganancia del micrófono
- Control de volumen de audio de recepción (atenuadores controlados digitalmente)
- Ajuste de silenciador de portadora (atenuadores controlados digitalmente)
- Ampliación de puertos de salida del microprocesador
- Fuente de referencia de 2,5 V CC
- Generación del reloj del microprocesador (desde la entrada del oscilador de referencia de 16,8 MHz)

Los parámetros programables de U451 son seleccionados por el microprocesador a través de las líneas CLOCK (pin 21 de U451), DATA (pin 22 de U451) y activación de chip (pin 20 de U451).

El búfer de audio de recepción U510 amplifica el nivel de audio de la salida DEMOD del IFIC antes de ser aplicada a la entrada del CI del filtro de audio (DISC, pin 2 de U451). El búfer se acopla en CC para evitar su contaminación con formas de onda de datos de baja frecuencia, como por ejemplo, la DPL. Como estas formas de onda son sensibles a la polaridad, este búfer se configura como un amplificador inversor de una sola etapa (U510-1 únicamente) para modelos VHF en que se usa la primera inyección del lado de alta, o se configura como un amplificador no inversor de dos etapas (U510-1 y -2) para modelos UHF en que se usa la primera inyección del lado de baja. La ganancia de este búfer es de 1,5 o de 3,5 dB.

El ajuste de volumen se realiza mediante un atenuador digital incorporado dentro de U451. El control de volumen (10KO, parte de S444) se conecta a D_3,3 V y a tierra a través de R506 y R507. Al girar el control de volumen, se varía el voltaje CC aplicado al puerto de entrada PE1 del A/D del microprocesador (pin 66 de U401) entre aprox. 0 voltios CC a volumen mínimo y 3,3 voltios CC a volumen máximo. Dependiendo de este voltaje, se selecciona el ajuste apropiado del atenuador de volumen digital. Esta técnica es menos susceptible al ruido que la empleada por un control de volumen analógico convencional.

3.1.2.2 Amplificador de potencia de audio

El amplificador de potencia de audio U490 amplifica el audio del receptor proveniente del pin 41 de U451 a un nivel suficiente para mover un parlante. U490 es un amplificador tipo puente que proporciona 3,46 voltios eficaces entre los pines 5 y 8 sin distorsión, lo cual es suficiente para desarrollar 500 milivatios de potencia de audio en el parlante interno de 24 ohmios o en una carga externa de 24 ohmios. El amplificador de potencia de audio se enmudece cuando no se necesita el parlante a fin de reducir el consumo de corriente. El amplificador de audio se enmudece cuando el pin 14 de U451 está a nivel bajo. Cuando el pin 14 de U451 está a nivel alto, el pin 1 de U490 se pone a nivel bajo a través de Q490, lo cual activa el amplificador de audio.

Como el amplificador de potencia es de tipo puente, ninguno de los terminales del parlante está conectado a tierra. Al usar el equipo de prueba para medir el voltaje de audio del parlante, hay que tener cuidado para evitar conectar a tierra alguno de los terminales de salida de parlante; de lo contrario, el CI del amplificador de potencia podría sufrir daños . Si se usa una resistencia de carga de 24 ohmios, se debe conectar entre la punta y la malla del conector hembra de accesorio J471 (conector de 3,5 mm); nunca se debe conectar a tierra. Al insertar un conector para parlante externo se desconecta mecánicamente el parlante interno. Las mediciones de voltaje con equipo de prueba sin aislamiento de tierra deberán realizarse entre un lado del parlante o de la resistencia de carga (por la punta o por la camisa de J471) y la tierra del chasis, en cuyo caso el voltaje indicado corresponderá a la mitad del voltaje aplicado al parlante o a la resistencia de carga. El equipo de prueba portátil Motorola RLN4460 y el cable de programación/prueba AAPMKN4004 proporcionan la interfaz apropiada entre la salida aislada de audio del radio y el equipo de prueba conectado a tierra.

3.1.2.3 Trayecto de voz de audio del micrófono interno

El audio del micrófono proveniente del micrófono interno se encamina desde J470-1 a través de C475, L471 y C470, hasta la entrada de audio de micrófono de ASFIC_CMP (MICINT, pin 46 de U451). Durante la transmisión, Q470 se activa al bajar el nivel en el pin 35 de U451, que proporciona polarización CC al micrófono interno a través de R478. Al insertar un conector para micrófono externo se desconecta mecánicamente el micrófono interno. El audio del micrófono externo se acopla a través de L471 y C470 a la entrada de audio del micrófono. Un nivel de entrada de 10 mV en el pin 4 de J471 produce 200 mV a la salida del pin 40 de U451, que corresponde a una desviación del 60%.

3.1.2.4 Circuitos del botón de transmisión (PTT)

El conmutador PTT interno dispuesto lateralmente (S441) es monitoreado directamente por el puerto PJ0 del microprocesador (pin 71 de U401). El PTT del micrófono externo se monitorea midiendo el consumo de corriente a través del conector de accesorio (J471-4) mediante el cartucho del micrófono (que se encuentra en serie con el conmutador PTT de accesorio). Esta corriente pasa a través de la base (pin 5) y del emisor (pin 4) de un transistor en Q470, lo cual hace que su colector (pin 3) presente un nivel lógico alto al puerto PJ1 del microprocesador (pin 72).

3.1.2.5 Funcionamiento en modo VOX

Los accesorios de audio VOX no tienen conmutador PTT. En su lugar, el cartucho del micrófono está cableado directamente de J471-4 a tierra. Si el radio ha sido programado para funcionar en modo VOX y el accesorio VOX se encuentra enchufado antes de encender el radio, la corriente que circula a través del cartucho activa Q470 (pines 3-4-5) y aparece un nivel lógico alto en el puerto PJ1 al momento del encendido. En estas circunstancias, el microprocesador adopta el modo VOX, y la señal de PTT es ahora determinada por la presencia de audio en el cartucho del micrófono. Una entrada A/D del microprocesador U401 (pin 62) recibe un voltaje CC proporcional al nivel de audio en la entrada del ASFIC_CMP (pin 46 de U451). Durante el funcionamiento en modo VOX, el PTT se activa cuando el nivel CC excede un valor umbral predeterminado.

3.1.2.6 Programación del radio y de la memoria Flash a través del conector hembra del micrófono

El contacto del anillo del conector hembra del micrófono de 2,5 mm se emplea para la lectura, programación del radio y reprogramación de la memoria Flash usando el CPS. Este contacto (pin 6 de J471) se encamina a los puertos PD0_RXD (datos de entrada al µP, pin 97) y PD1_TXD (datos de salida del µP, pin 98). El transistor Q410 aisla las funciones de entrada y salida permitiendo que PD1 ponga la línea a nivel bajo, sin impedir que el puerto PD0 realice la lectura de los datos entrantes.

Para reprogramar la memoria Flash del radio (grabar un software nuevo en la ROM Flash), el radio tiene que pasar por la secuencia de encendido en el modo de arranque correspondiente. Esto se logra mediante un accesorio adaptador para programación de memoria Flash, que permite la comunicación de la SCI con el contacto del anillo de programación (pin 6 de J471) y la aplicación de un voltaje negativo (9 voltios CC negativos a través de una resistencia de 1K) al contacto de la punta (pin 4 de J471). Este voltaje es suficiente para activar la unión base-emisor (pines 1 y 2) de Q472 a través de L471, D471, VR472 y R471. El pin 6 de Q472 cambia a nivel alto, activa Q471 (pines 3 y 4) y baja la línea BOOT_ENA (puertos MODA y MODB del microprocesador). Al apagar y encender el radio se produce una reinicialización que hace que el radio arranque en el modo Flash.

Notas:

Capítulo 4 Descripción de funcionamiento del radio VHF de 136-162 MHz

4.1 Introducción

En este capítulo se presenta una descripción detallada del funcionamiento de los componentes del radio. Los esquemas eléctricos de los circuitos descritos en los siguientes párrafos se encuentran en el Capítulo 7 de este manual.

4.2 Receptor de VHF

El receptor de VHF cubre el rango de 136-162 MHz y permite cambiar el ancho de banda de IF para usarlo en sistemas con separaciones entre canales de 12,5 kHz y de 20/25 kHz. El receptor está dividido en dos bloques principales, según se muestra en la Figura 4–1.

- Etapa de entrada
- Etapa de salida

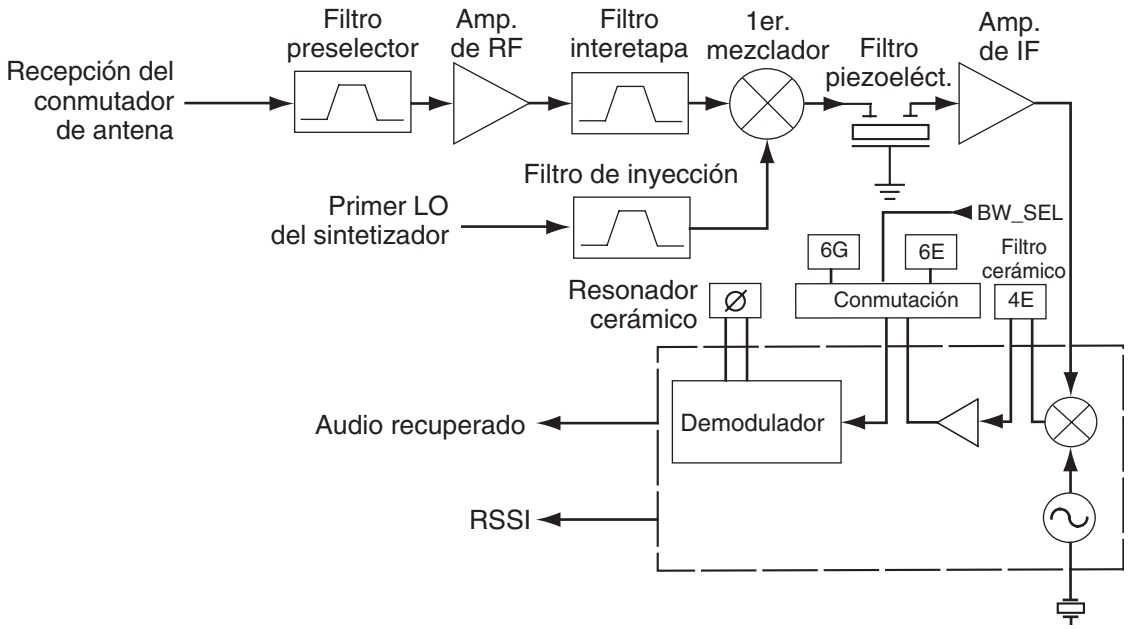

Figura 4–1. Diagrama de bloques del receptor de VHF

4.2.1 Etapa de entrada del receptor

Las señales RF entrantes procedentes de la antena se encaminan primero a través del filtro de armónicas y del conmutador de antena, parte de la circuitería del transmisor, antes de aplicarse a la etapa de entrada del receptor. La etapa de entrada del receptor se compone de un filtro preselector, un amplificador de RF, un filtro interetapa y un primer mezclador simétrico doble.

El filtro preselector es un filtro de 4 polos de ajuste fijo, compuesto de elementos discretos (L1-L4 y C1-C9) en configuración de resonador serie/paralelo. Tiene un ancho de banda de 3 dB de 43 MHz, una pérdida de inserción de 2 dB y una atenuación de imagen de 37 dB a 226 MHz, con atenuación creciente a más altas frecuencias. El diodo CR1 protege el amplificador de RF limitando los niveles excesivos de RF.

La salida del filtro se acopla a la base del amplificador de RF Q21, la cual brinda una ganancia de 18 dB y una figura de ruido de 2 dB. El voltaje de operación se obtiene de la fuente 5R, que se apaga durante la transmisión para reducir la disipación en Q21. El espejo de corriente Q22 mantiene constante la corriente de operación de Q21 en 6,2 mA independientemente de las variaciones de componentes y de temperatura, a fin de proporcionar un rango dinámico y una figura de ruido óptimos.

La salida del amplificador de RF se aplica al filtro interetapa, un diseño de resonador de acoplamiento serie de tres polos y ajuste fijo, con un ancho de banda de 3 dB de 54 MHz y una pérdida de inserción de 1,8 dB. Este filtro presenta un rechazo de imagen de 40 dB a 226 MHz, con atenuación creciente a más altas frecuencias.

La salida del filtro interetapa se conecta al mezclador simétrico doble pasivo, compuesto por T41, T42, y CR41. Este mezclador presenta una pérdida de conversión de 7 dB. La inyección en el lado de alta frecuencia proveniente del sintetizador de frecuencias se filtra mediante L40-L41 y C40-C44 para eliminar la energía de la segunda armónica que podría degradar la eficacia del rechazo de espurias en la mitad de la frecuencia intermedia. El filtro de inyección tiene un ancho de banda de 3 dB de 52 MHz y una pérdida de inserción de 1,5 dB. La señal de inyección filtrada se aplica a T42 a un nivel de +6 dBm.

La salida del mezclador se aplica a una red diplexora (L51-L52, C51, R51) que acopla la señal de IF de 44,85 MHz al filtro piezoeléctrico FL51, a la vez que presenta al mezclador una impedancia de terminación de 50Ω en todas las demás frecuencias.

4.2.2 Etapa de salida del receptor

La etapa de salida del receptor es un diseño de doble conversión. La selectividad de la IF alta la proporciona FL51, un filtro piezoeléctrico de 44,85 MHz en modo fundamental de 4 polos con un ancho de banda mínimo de 3 dB de + 6,7 kHz, un ancho de banda máximo de 20 dB de ±12,5 kHz, y una pérdida de inserción máxima de 3,5 dB. La salida se acopla a la etapa amplificadora de IF, Q51, mediante L53 y C93. Q51 proporciona 16 dB de ganancia y una figura de ruido de 1,8 dB. La corriente de operación CC es de 1 mA. La salida de Q51 es aplicada a la entrada del IFIC receptor U51. El diodo CR51 limita el nivel de RF máximo que se aplica al IFIC.

El IFIC es un sistema monolítico FM de frecuencia intermedia y bajo voltaje que incorpora un mezclador/oscilador, dos amplificadores limitadores de IF, detector de cuadratura, indicador logarítmico de intensidad de la señal recibida (RSSI), regulador de voltaje y audio, y amplificadores operacionales de RSSI. La segunda frecuencia de LO, 44,395 MHz, es determinada por Y51. El segundo mezclador convierte la frecuencia intermedia alta (IF) de 44,85 MHz a 455 kHz.

Dos filtros cerámicos, FL52 (entre el segundo mezclador y el amplificador de IF) y FL53 o FL54 (entre el amplificador de IF y la entrada del limitador) proporcionan una selectividad de IF adicional. El filtro más ancho FL53 se usa para separaciones entre canales de 20/25 kHz, y el filtro más estrecho para canales de 12,5 kHz. Cuando la línea BW_SEL está a nivel alto, los dos diodos superiores en los paquetes D51 y D52 están polarizados en directa y seleccionan FL53 para canales de 20/25 kHz. Cuando la línea BW_SEL está a nivel bajo, los dos diodos inferiores en los paquetes D51 y D52 están polarizados en directa y seleccionan FL54 para canales de 12,5 kHz.

	FL52	**FL53**	**FL54**
Número de elementos:	4	6	6
Pérdida de inserción:	4 dB	4 dB	4 dB
Ancho de banda de 6 dB:	15 kHz	15 kHz	9 kHz
Ancho de banda de 50 dB:	30 kHz	30 kHz	22 kHz
Rechazo de supresión de banda:	27 dB	47 dB	47 dB

El resonador cerámico Y70 proporciona la característica de fase frente a frecuencia requerida por el detector de cuadratura, con un desplazamiento de fase de 90 grados en 455 kHz. El búfer Q70 proporciona una menor impedancia de excitación del limitador al resonador, lo cual mejora la forma de onda de IF y baja la distorsión de la señal de audio recuperada. El nivel de audio recuperado en la salida DEMOD es de 120 mV eficaces (para canales de 25 kHz con desviación de 3 kHz) o 60 mV eficaces (para canales de 12,5 kHz con desviación de 1,5 kHz). Una salida de RSSI adicional proporciona un nivel de voltaje CC que es proporcional al nivel de señal de RF. Este voltaje se mide mediante el convertidor A/D interno del microprocesador (PE4_AN4, pin 63 de U401).

4.3 Transmisor de VHF

El transmisor de VHF cubre el rango de 136-162 MHz. Algunos modelos permiten seleccionar la potencia de salida del transmisor canal por canal (alta potencia [5 vatios] y baja potencia [1 vatio]) o viene prefijada en fábrica en 2 vatios. El transmisor está dividido en cuatro bloques principales, según se muestra en la Figura 4–2.

- Amplificador de potencia
- Filtro de armónicas
- Red adaptadora de antena
- Control de potencia

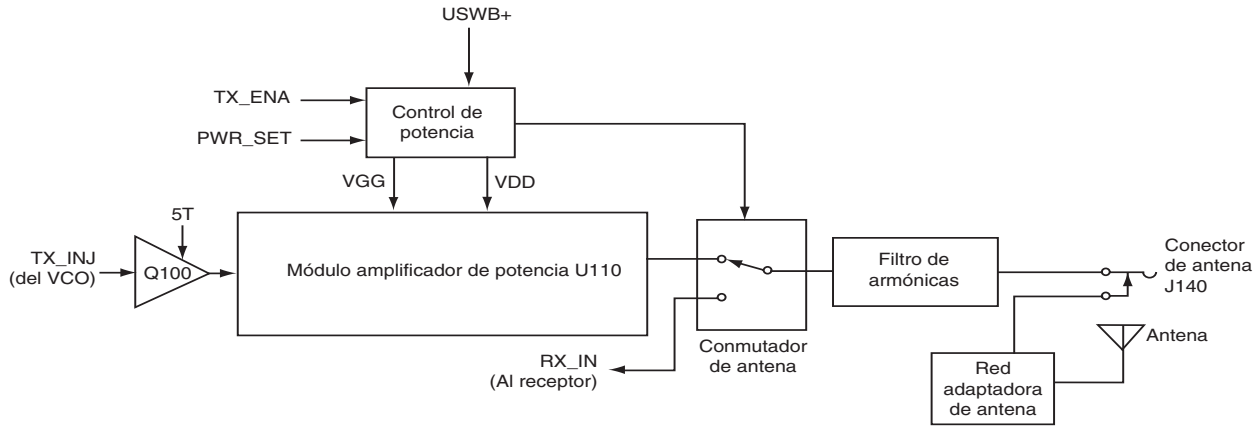

Figura 4–2. Diagrama de bloques del transmisor de VHF

4.3.1 Amplificador de potencia de transmisión

El amplificador de potencia del transmisor tiene tres etapas de amplificación. La primera etapa, Q100, opera en modo clase AB a partir de la fuente 5T. Proporciona 13 dB de ganancia y una salida de 20 mW. El consumo de corriente es generalmente de 25 mA. Los componentes C105-C107 y L103 acoplan la salida de Q100 con la entrada de 50Ω del módulo U110.

U110 es un módulo amplificador de potencia MOSFET de silicio de dos etapas. El voltaje de sumidero se obtiene de UNSW B+ tras encaminarse a través de la resistencia sensora de corriente R150 en el circuito de control de potencia. La potencia de salida del módulo se controla variando la polarización de compuerta CC en el pin 2 de U110 (VGG).

4.3.2 Conmutador de antena

El conmutador de antena se compone de dos diodos Pin: D120 y D121. En el modo de recepción, ambos diodos permanecen apagados. Las señales aplicadas a la antena o al conector hembra J140 se encaminan por el filtro de armónicas, pasan a través de la red C122-C124 y L121, y llegan a la entrada del receptor. En el modo de transmisión, Q170 está activado y TXB+ está presente, lo cual polariza en directa ambos diodos y los mismos se ponen a conducir. La corriente de diodo es de

50 mA, fijada por R120-R122. La señal de RF del transmisor proveniente de U110 se encamina a través de D120, pasa por el filtro de armónicas y llega al conector hembra de la antena. D121 se pone a conducir, lo cual produce una derivación de la potencia de RF que impide que llegue al receptor. L121 se selecciona para que aparezca como de un cuarto de onda en VHF, a fin de que la baja impedancia de D121 parezca una alta impedancia en la unión de D120 y la entrada del filtro de armónicas. Esto proporciona un divisor de baja impedancia paralelo y alta impedancia serie entre la salida del amplificador de potencia y la entrada del receptor.

4.3.3 Filtro de armónicas

El filtro de armónicas está formado por los componentes C130-C136 y L130-L132. El filtro de armónicas tiene una configuración pasabajos elíptica de siete polos optimizada para proporcionar bajas pérdidas de inserción, con una frecuencia de 3 dB de aproximadamente 180 MHz y generalmente con una pérdida de inserción menor que 0,8 dB en la banda pasante.

4.3.4 Red adaptadora de antena

El filtro de armónicas presenta una impedancia de 50 Ω en el conector hembra de antena J140. Una red adaptadora de impedancias, compuesta de C140-C141 y L140, se emplea para adaptar la impedancia de antena con la del filtro de armónicas. Así se optimiza el desempeño del transmisor y el receptor frente a la impedancia presentada por la antena, lo cual mejora considerablemente la eficiencia de la antena.

4.3.5 Control de potencia

El circuito de control de potencia es un amplificador acoplado en CC en cuya salida se genera el voltaje de polarización de compuerta CC (VGG) que va a las dos etapas del amplificador de potencia de RF, U110.

La potencia de salida del transmisor se cambia variando el ajuste de potencia del convertidor digital-analógico (DAC) contenido en el CI ASFICcmp (DACG, pin 6 de U451). Este voltaje PWR_SET se aplica al pin 3 de U150.

La etapa de U150-2 compara la caída de voltaje entre los terminales de la resistencia sensora de corriente R150 con la caída entre los terminales de la resistencia R151, producida por el flujo de corriente a través de Q150, y ajusta su salida (pin 7) con el objeto de mantener iguales los voltajes de los pines 5 y 6. De esta manera, el flujo de corriente a través de Q150 y, en consecuencia, su voltaje de emisor, son proporcionales al consumo de corriente de la etapa de U110, que a su vez es proporcional a la potencia de salida del transmisor. El voltaje de emisor de Q150 se aplica al pin 2 de U150, donde se compara con el voltaje de ajuste de potencia PWR_SET en el pin 3.

La salida del pin 1 de U150 se divide mediante R110 y R111, y se aplica como voltaje de compuerta al amplificador de potencia U110. Al variar este voltaje de compuerta cuando sea necesario para mantener iguales los voltajes en los pines 2 y 3 de U150, la potencia permanece en el nivel deseado. Una corriente final excesiva, por ejemplo, la producida por una desadaptación de la impedancia de antena, produce una disminución del voltaje en el pin 6 de U150, un aumento del voltaje en el pin 2, y una disminución del voltaje en el pin 1 y del voltaje de compuerta VGG. Esto impide que se dañe la etapa final debido a una corriente excesiva.

4.4 Circuitería de generación de frecuencia de VHF

El sistema de generación de frecuencia, mostrado en la Figura 4–3, se compone de dos bloques circuitales: el CI U201 del sintetizador Fractional-N, y el CI U251 del búfer/VCO y la circuitería asociada. La Figura 4–4 muestra la circuitería de apoyo e interconexión de periféricos usada en el bloque del sintetizador, y la Figura 4–5 detalla la circuitería interna del VCOBIC y sus interconexiones con los componentes vecinos. Consulte el esquema eléctrico para identificar las designaciones de referencia.

El sintetizador Fractional-N se alimenta mediante 5 V y 3 V regulados, suministrados por U310 y U330, respectivamente. Los 5 V se aplican a los pines 13 y 30 de U201, mientras que los 3 V se aplican a los pines 5, 20, 34 y 36. El sintetizador, a su vez, genera un voltaje de 4,5 V superfiltrados (VSF, pin 28) con el que alimenta a U251. Además del VCO, el sintetizador se conecta también con los circuitos lógicos y con el ASFICcmp. La programación del sintetizador se realiza a través de las líneas SPI_DATA_OUT, SPI_CLK y SYNTH_CS (selección de chip) del microprocesador (U409, pines 100, 1 y 47 respectivamente). Un nivel lógico alto (3 V) en el pin 4 de U201 indica al microprocesador que el sintetizador está sincronizado.

La modulación de transmisión proveniente del ASFICcmp (pin 40 de U451) se aplica al pin 10 de U201 (MOD_IN). Un atenuador electrónico en el ASFICcmp ajusta la desviación global del transmisor mediante una variación en el nivel de audio aplicado al CI sintetizador. Internamente, el audio se digitaliza mediante el sintetizador Fractional-N y se aplica al divisor de bucle para proporcionar la modulación de puerto de baja. Asimismo, el audio se encamina a través de un atenuador interno a fin de equilibrar la modulación en el puerto de baja y en el puerto de alta, y de reducir la desviación en 6 dB para los canales de 12,5 kHz, y está disponible en el pin 41 de U201 (VCO_MOD). Esta señal de audio se encamina al modulador del VCO.

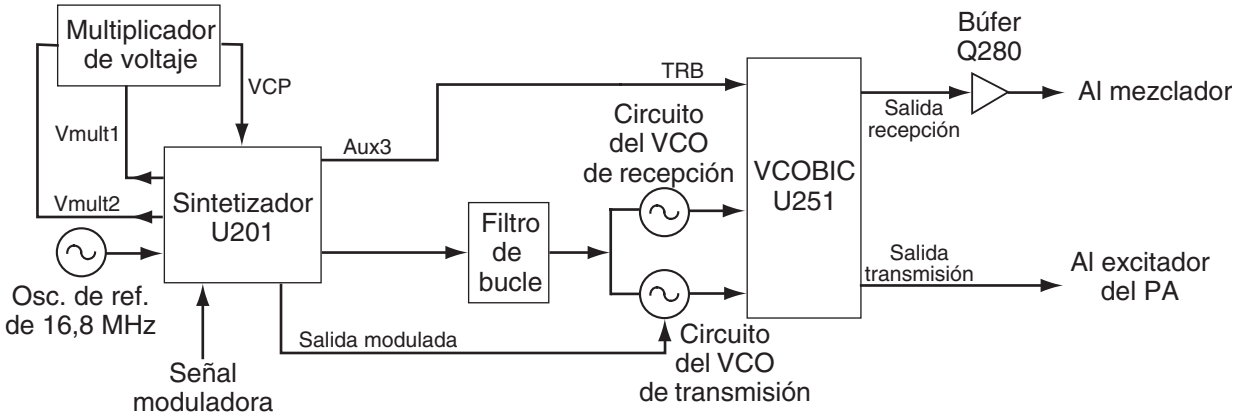

Figura 4–3. Diagrama de bloques de la unidad de generación de frecuencia de VHF

4.4.1 Sintetizador Fractional-N

El sintetizador Fractional-N, mostrado en la Figura 4–4, usa un cristal de 16,8 MHz (Y201) para generar la frecuencia de referencia del sistema. Los componentes externos C201-C203, R202 y D201 también forman parte del circuito oscilador con compensación de temperatura. El voltaje CC aplicado al varactor D201 proveniente del pin 25 de U201 lo determina un algoritmo de compensación de temperatura dentro de U201, y es específico para cada cristal Y201, con base en el código único asignado al cristal, que identifica sus características de temperatura. La estabilidad es mejor que 2,5 ppm dentro del rango de temperaturas de -30 a 60 °C. El ajuste electrónico de frecuencia programable por software se logra mediante un DAC interno que proporciona un voltaje de ajuste de frecuencia, del pin 25 de U201 al varactor D201.

El CI sintetizador U201 sigue dividiendo la señal de 16,8 MHz hasta 2,1 MHz, 2,225 MHz o 2,4 MHz para usarla como frecuencia de referencia. También proporciona una señal reforzada de 16,8 MHz en el pin 19 de U201 para uso con el ASFICcmp.

Para lograr una sincronización rápida del sintetizador, una bomba de carga de adaptación interna proporciona una corriente más alta en el pin 45 de U201 para forzar rápidamente al sintetizador hacia su rango de sincronización. Seguidamente, se sincroniza la frecuencia requerida mediante la bomba de carga en modo normal en el pin 43. Un filtro de bucle (C243-C245 y R243-R245) elimina el ruido y

los picos del voltaje de mando aplicado a los varactores del VCO, con un filtraje adicional ubicado en el circuito del VCO.

Tanto la bomba de carga normal como la bomba de carga de adaptación reciben la alimentación del multiplicador de voltaje capacitivo, constituido por C221-C224 y D220-D221. Dos ondas cuadradas de 3 V provenientes de los pines 14-15 de U201 proporcionan las señales de excitación para el multiplicador de voltaje, que genera 12,1 V en el pin 47 de U201. Este voltaje es filtrado por C225-C228.

Una de las salidas auxiliares del CI sintetizador (AUX3, pin 2 de U201) proporciona la señal TRB que determina el modo de operación del VCO, ya sea de recepción o de transmisión.

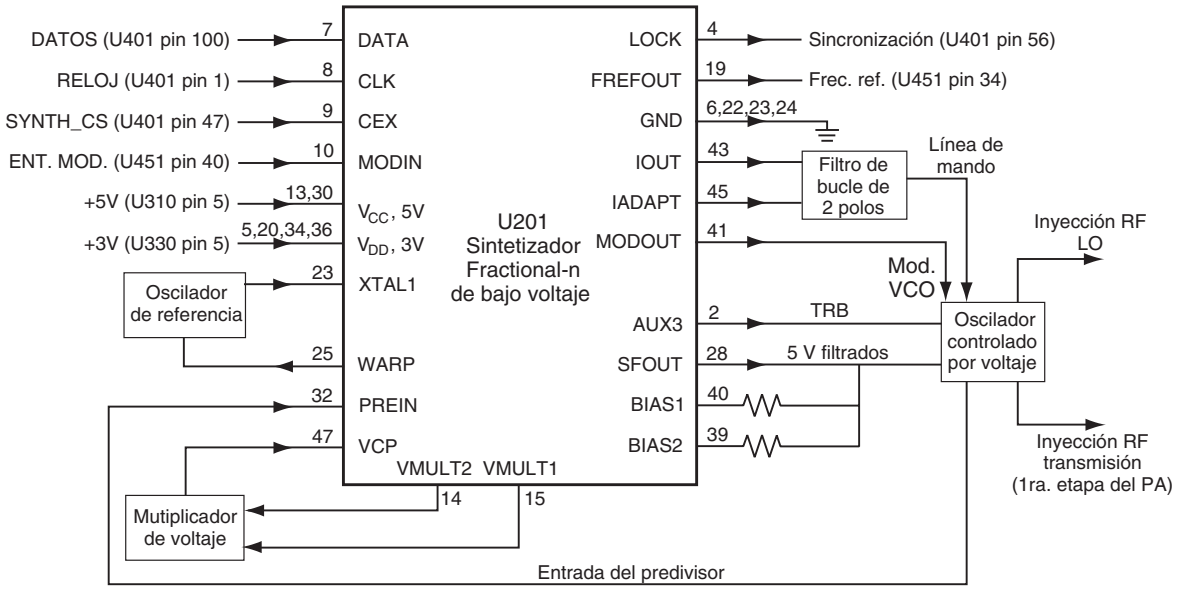

Figura 4–4. Diagrama de bloques del sintetizador de VHF

4.4.2 Oscilador controlado por voltaje (VCO)

El VCOBIC (U251), mostrado en la Figura 4–5, junto con el sintetizador Fractional-N (U201) generan RF tanto en el modo de operación de recepción como en el de transmisión. La línea TRB (pin 19 de U251) determina cuál oscilador y cuál búfer se habilitan. Una muestra de la señal de RF del oscilador habilitado se encamina desde el pin 12 de U251 a través de un filtro pasabajos, hasta la entrada del predivisor del CI sintetizador (pin 32 de U201). Tras la comparación de frecuencias en el sintetizador, el voltaje de control CC resultante se emplea para gobernar la frecuencia del VCO. Cuando el PLL está sincronizado en frecuencia, este voltaje puede variar entre 3 V y 9 V. L251 y C251 atenúan aún más el ruido y los picos en el voltaje de la línea de mando.

En el modo de recepción, la línea TRB (pin 19 de U251) está a nivel bajo. Esto activa el VCO de recepción y el búfer de recepción de U251, el cual opera dentro del rango de 180,85 a 206,85 MHz. La frecuencia del VCO está determinada por C253-C257, por el varactor D251 y por el inductor L254 del circuito "Tank". La señal de RF reforzada del pin 8 de U251 se amplifica aún más mediante Q280 y se aplica como RX_INJ al filtro de inyección pasabajos en el circuito de la etapa de entrada del receptor.

En el modo de transmisión, U251-19 es llevado a nivel alto por el pin 2 de U201, que habilita el búfer y el VCO de transmisión. La señal de RF de 136-162 MHz proveniente del pin 10 de U251 se aplica como TX_INJ a la entrada del circuito de transmisión a través de la red adaptadora compuesta de C290-C291 y L291. La frecuencia del VCO de transmisión está determinada por L264, C263-C267 y

el varactor D261. La modulación de audio del puerto de alta proveniente del CI sintetizador se aplica como VCO_MOD al varactor D262, el cual modula el VCO de transmisión.

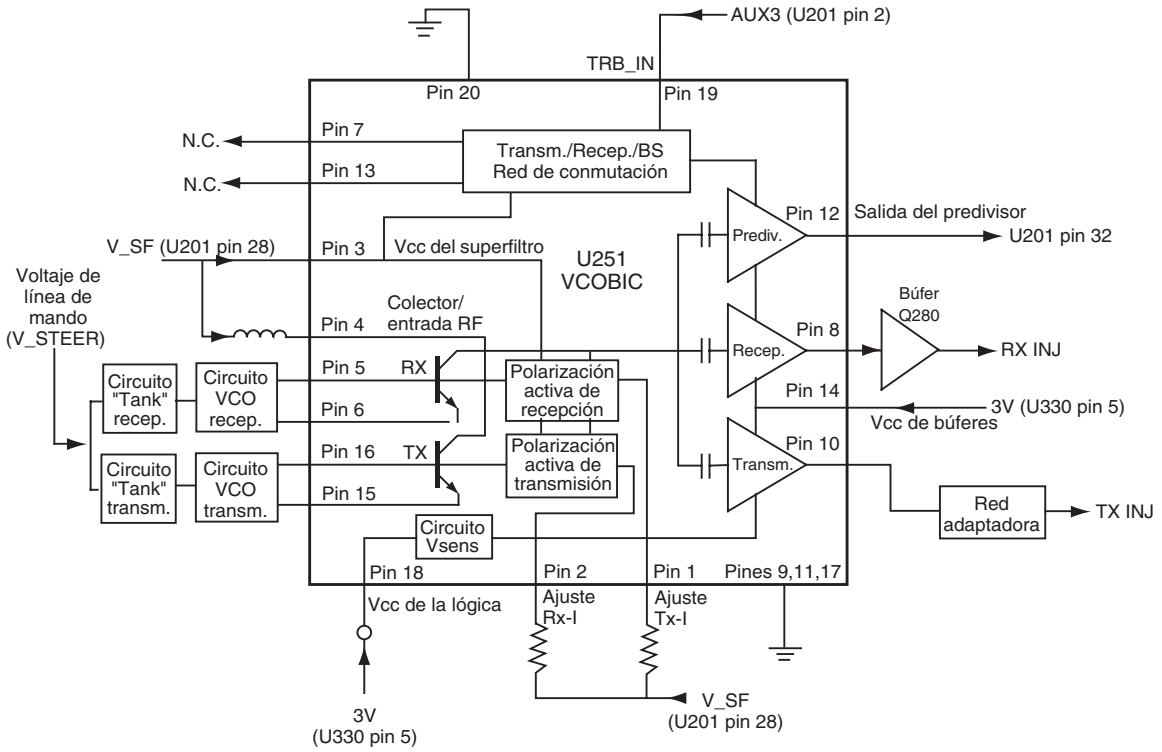

Figura 4–5. Diagrama de bloques del VCO de VHF

4.5 Teclado

El diagrama de bloques del teclado se ilustra en la Figura 4–6. Al presionar una tecla se producen dos voltajes diferentes: KEYPAD_ROW y KEYPAD_COL. Estos voltajes son enviados directamente al microprocesador del radio ubicado en la tarjeta principal. El microprocesador interpreta el voltaje proveniente de KEYPAD_ROW y KEYPAD_COL cada vez que se presiona una tecla.

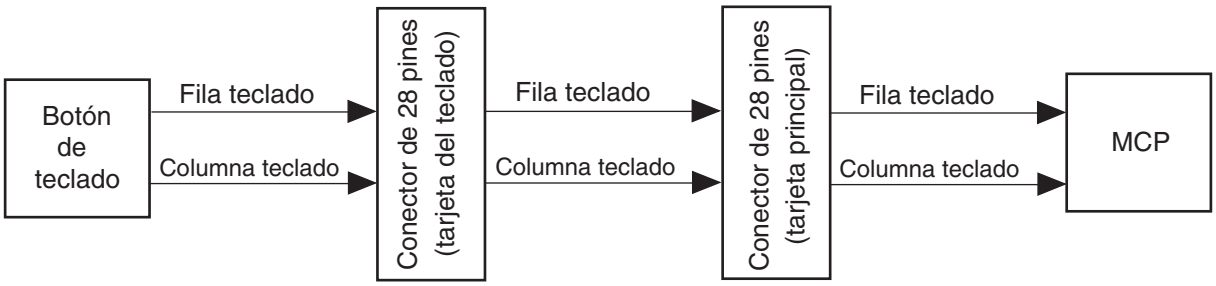

Figura 4–6. Diagrama de bloques del teclado

Notas:

Capítulo 5 Descripción de funcionamiento del radio VHF de 146-174 MHz

5.1 Introducción

En este capítulo se presenta una descripción detallada del funcionamiento de los componentes del radio. Los esquemas eléctricos de los circuitos descritos en los siguientes párrafos se encuentran en el Capítulo 7 de este manual.

5.2 Receptor de VHF

El receptor de VHF cubre el rango de 146-174 MHz y permite cambiar el ancho de banda de IF para usarlo en sistemas con separaciones entre canales de 12,5 kHz y de 20/25 kHz. El receptor está dividido en dos bloques principales, según se muestra en la Figura 5–1.

- Etapa de entrada
- Etapa de salida

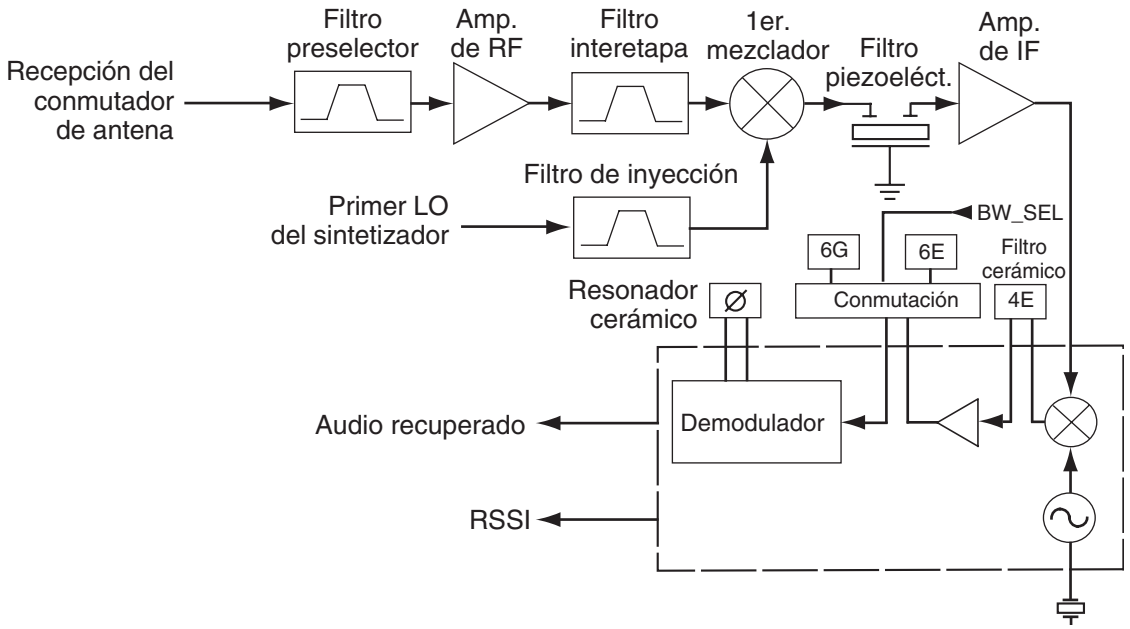

Figura 5–1. Diagrama de bloques del receptor de VHF

5.2.1 Etapa de entrada del receptor

Las señales RF entrantes procedentes de la antena se encaminan primero a través del filtro de armónicas y del conmutador de antena, parte de la circuitería del transmisor, antes de aplicarse a la etapa de entrada del receptor. La etapa de entrada del receptor se compone de un filtro preselector, un amplificador de RF, un filtro interetapa y un primer mezclador simétrico doble.

El filtro preselector es un filtro de 4 polos de ajuste fijo, compuesto de elementos discretos (L1-L4 y C1-C9) en configuración de resonador serie/paralelo. Tiene un ancho de banda de 3 dB de 44 MHz, una pérdida de inserción de 2 dB y una atenuación de imagen de 40 dB a 235 MHz, con atenuación creciente a más altas frecuencias. El diodo CR1 protege el amplificador de RF limitando los niveles excesivos de RF.

La salida del filtro se acopla a la base del amplificador de RF Q21, la cual brinda una ganancia de 18 dB y una figura de ruido de 2 dB. El voltaje de operación se obtiene de la fuente 5R, que se apaga durante la transmisión para reducir la disipación en Q21. El espejo de corriente Q22 mantiene constante la corriente de operación de Q21 en 6,2 mA independientemente de las variaciones de componentes y de temperatura, a fin de proporcionar un rango dinámico y una figura de ruido óptimos.

La salida del amplificador de RF se aplica al filtro interetapa, un diseño de resonador de acoplamiento serie de tres polos y ajuste fijo, con un ancho de banda de 3 dB de 58 MHz y una pérdida de inserción de 1,8 dB. Este filtro presenta un rechazo de imagen de 42 dB a 235 MHz, con atenuación creciente a más altas frecuencias.

La salida del filtro interetapa se conecta al mezclador simétrico doble pasivo, compuesto por T41, T42, y CR41. Este mezclador presenta una pérdida de conversión de 7 dB. La inyección en el lado de alta frecuencia proveniente del sintetizador de frecuencias se filtra mediante L40-L41 y C40-C44 para eliminar la energía de la segunda armónica que podría degradar la eficacia del rechazo de espurias en la mitad de la frecuencia intermedia. El filtro de inyección tiene un ancho de banda de 3 dB de 52 MHz y una pérdida de inserción de 1,5 dB. La señal de inyección filtrada se aplica a T42 a un nivel de +6 dBm.

La salida del mezclador se aplica a una red diplexora (L51-L52, C51, R51) que acopla la señal de IF de 44,85 MHz al filtro piezoeléctrico FL51, a la vez que presenta al mezclador una impedancia de terminación de 50Ω en todas las demás frecuencias.

5.2.2 Etapa de salida del receptor

La etapa de salida del receptor es un diseño de doble conversión. La selectividad de la IF alta la proporciona FL51, un filtro piezoeléctrico de 44,85 MHz en modo fundamental de 4 polos con un ancho de banda mínimo de 3 dB de + 6,7 kHz, un ancho de banda máximo de 20 dB de ±12,5 kHz, y una pérdida de inserción máxima de 3,5 dB. La salida se acopla a la etapa amplificadora de IF, Q51, mediante L53 y C93. Q51 proporciona 16 dB de ganancia y una figura de ruido de 1,8 dB. La corriente de operación CC es de 1 mA. La salida de Q51 es aplicada a la entrada del IFIC receptor U51. El diodo CR51 limita el nivel de RF máximo que se aplica al IFIC.

El IFIC es un sistema monolítico FM de frecuencia intermedia y bajo voltaje que incorpora un mezclador/oscilador, dos amplificadores limitadores de IF, detector de cuadratura, indicador logarítmico de intensidad de la señal recibida (RSSI), regulador de voltaje y audio, y amplificadores operacionales de RSSI. La segunda frecuencia de LO, 44,395 MHz, es determinada por Y51. El segundo mezclador convierte la frecuencia intermedia alta (IF) de 44,85 MHz a 455 kHz.

Dos filtros cerámicos, FL52 (entre el segundo mezclador y el amplificador de IF) y FL53 o FL54 (entre el amplificador de IF y la entrada del limitador) proporcionan una selectividad de IF adicional. El filtro más ancho FL53 se usa para separaciones entre canales de 20/25 kHz, y el filtro más estrecho para canales de 12,5 kHz. Cuando la línea BW_SEL está a nivel alto, los dos diodos superiores en los paquetes D51 y D52 están polarizados en directa y seleccionan FL53 para canales de 20/25 kHz. Cuando la línea BW_SEL está a nivel bajo, los dos diodos inferiores en los paquetes D51 y D52 están polarizados en directa y seleccionan FL54 para canales de 12,5 kHz.

	FL52	**FL53**	**FL54**
Número de elementos:	4	6	6
Pérdida de inserción:	4 dB	4 dB	4 dB
Ancho de banda de 6 dB:	15 kHz	15 kHz	9 kHz
Ancho de banda de 50 dB:	30 kHz	30 kHz	22 kHz
Rechazo de supresión de banda:	27 dB	47 dB	47 dB

El resonador cerámico Y70 proporciona la característica de fase frente a frecuencia requerida por el detector de cuadratura, con un desplazamiento de fase de 90 grados en 455 kHz. El búfer Q70 proporciona una menor impedancia de excitación del limitador al resonador, lo cual mejora la forma de onda de IF y baja la distorsión de la señal de audio recuperada. El nivel de audio recuperado en la salida DEMOD es de 120 mV eficaces (para canales de 25 kHz con desviación de 3 kHz) o 60 mV eficaces (para canales de 12,5 kHz con desviación de 1,5 kHz). Una salida de RSSI adicional proporciona un nivel de voltaje CC que es proporcional al nivel de señal de RF. Este voltaje se mide mediante el convertidor A/D interno del microprocesador (PE4_AN4, pin 63 de U401).

5.3 Transmisor de VHF

El transmisor de VHF cubre el rango de 146-174 MHz. Algunos modelos permiten seleccionar la potencia de salida del transmisor canal por canal (alta potencia [5 vatios] y baja potencia [1 vatio]). El transmisor está dividido en cuatro bloques principales, según se muestra en la Figura 5–2.

- Amplificador de potencia
- Filtro de armónicas
- Red adaptadora de antena
- Control de potencia

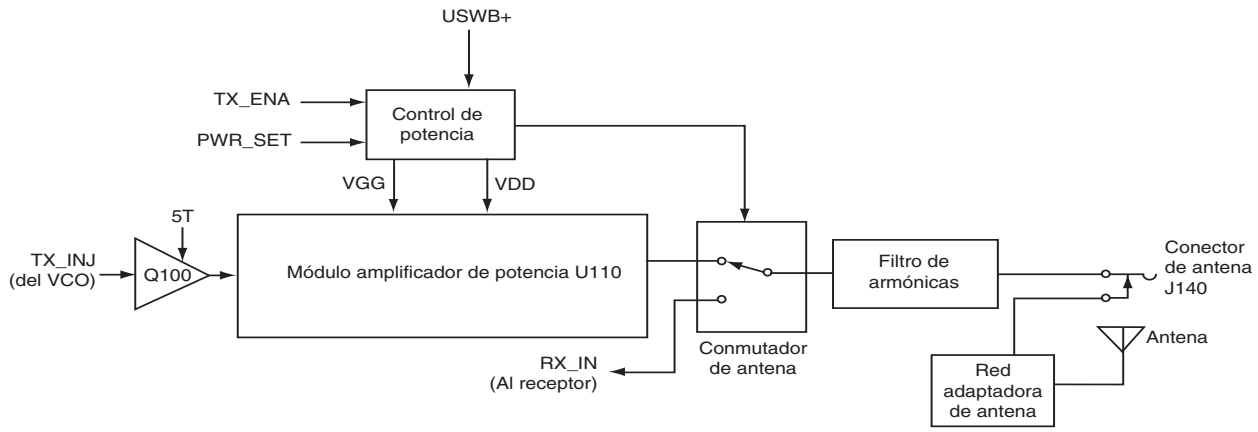

Figura 5–2. Diagrama de bloques del transmisor de VHF

5.3.1 Amplificador de potencia de transmisión

El amplificador de potencia del transmisor tiene tres etapas de amplificación. La primera etapa, Q100, opera en modo clase AB a partir de la fuente 5T. Proporciona 13 dB de ganancia y una salida de 20 mW. El consumo de corriente es generalmente de 25 mA. Los componentes C105-C107 y L103 acoplan la salida de Q100 con la entrada de 50Ω del módulo U110.

U110 es un módulo amplificador de potencia MOSFET de silicio de dos etapas. El voltaje de sumidero se obtiene de UNSW B+ tras encaminarse a través de la resistencia sensora de corriente R150 en el circuito de control de potencia. La potencia de salida del módulo se controla variando la polarización de compuerta CC en el pin 2 de U110 (VGG).

5.3.2 Conmutador de antena

El conmutador de antena se compone de dos diodos Pin: D120 y D121. En el modo de recepción, ambos diodos permanecen apagados. Las señales aplicadas a la antena o al conector hembra J140 se encaminan por el filtro de armónicas, pasan a través de la red C122-C124 y L121, y llegan a la entrada del receptor. En el modo de transmisión, Q170 está activado y TXB+ está presente, lo cual polariza en directa ambos diodos y los mismos se ponen a conducir. La corriente de diodo es de 50 mA, fijada por R120-R122. La señal de RF del transmisor proveniente de U110 se encamina a

través de D120, pasa por el filtro de armónicas y llega al conector hembra de la antena. D121 se pone a conducir, lo cual produce una derivación de la potencia de RF que impide que llegue al receptor. L121 se selecciona para que aparezca como de un cuarto de onda en VHF, a fin de que la baja impedancia de D121 parezca una alta impedancia en la unión de D120 y la entrada del filtro de armónicas. Esto proporciona un divisor de baja impedancia paralelo y alta impedancia serie entre la salida del amplificador de potencia y la entrada del receptor.

5.3.3 Filtro de armónicas

El filtro de armónicas está formado por los componentes C130-C136 y L130-L132. El filtro de armónicas tiene una configuración pasabajos elíptica de siete polos optimizada para proporcionar bajas pérdidas de inserción, con una frecuencia de 3 dB de aproximadamente 210 MHz y generalmente con una pérdida de inserción menor que 0,8 dB en la banda pasante.

5.3.4 Red adaptadora de antena

El filtro de armónicas presenta una impedancia de 50 Ω en el conector hembra de antena J140. Una red adaptadora de impedancias, compuesta de C140-C141 y L140, se emplea para adaptar la impedancia de antena con la del filtro de armónicas. Así se optimiza el desempeño del transmisor y el receptor frente a la impedancia presentada por la antena, lo cual mejora considerablemente la eficiencia de la antena.

5.3.5 Control de potencia

El circuito de control de potencia es un amplificador acoplado en CC en cuya salida se genera el voltaje de polarización de compuerta CC (VGG) que va a las dos etapas del amplificador de potencia de RF, U110.

La potencia de salida del transmisor se cambia variando el ajuste de potencia del convertidor digital-analógico (DAC) contenido en el CI ASFICcmp (DACG, pin 6 de U451). Este voltaje PWR_SET se aplica al pin 3 de U150.

La etapa de U150-2 compara la caída de voltaje entre los terminales de la resistencia sensora de corriente R150 con la caída entre los terminales de la resistencia R151, producida por el flujo de corriente a través de Q150, y ajusta su salida (pin 7) con el objeto de mantener iguales los voltajes de los pines 5 y 6. De esta manera, el flujo de corriente a través de Q150 y, en consecuencia, su voltaje de emisor, son proporcionales al consumo de corriente de la etapa de U110, que a su vez es proporcional a la potencia de salida del transmisor. El voltaje de emisor de Q150 se aplica al pin 2 de U150, donde se compara con el voltaje de ajuste de potencia PWR_SET en el pin 3.

La salida del pin 1 de U150 se divide mediante R110 y R111, y se aplica como voltaje de compuerta al amplificador de potencia U110. Al variar este voltaje de compuerta cuando sea necesario para mantener iguales los voltajes en los pines 2 y 3 de U150, la potencia permanece en el nivel deseado. Una corriente final excesiva, por ejemplo, la producida por una desadaptación de la impedancia de antena, produce una disminución del voltaje en el pin 6 de U150, un aumento del voltaje en el pin 2, y una disminución del voltaje en el pin 1 y del voltaje de compuerta VGG. Esto impide que se dañe la etapa final debido a una corriente excesiva.

5.4 Circuitería de generación de frecuencia de VHF

El sistema de generación de frecuencia, mostrado en la Figura 5–3, se compone de dos bloques circuitales: el CI U201 del sintetizador Fractional-N, y el CI U251 del búfer/VCO y la circuitería asociada. La Figura 5–4 muestra la circuitería de apoyo e interconexión de periféricos usada en el bloque del sintetizador, y la Figura 5–5 detalla la circuitería interna del VCOBIC y sus interconexiones con los componentes vecinos. Consulte el esquema eléctrico para identificar las designaciones de referencia.

El sintetizador Fractional-N se alimenta mediante 5 V y 3 V regulados, suministrados por U310 y U330, respectivamente. Los 5 V se aplican a los pines 13 y 30 de U201, mientras que los 3 V se aplican a los pines 5, 20, 34 y 36. El sintetizador, a su vez, genera un voltaje de 4,5 V superfiltrados (VSF, pin 28) con el que alimenta a U251. Además del VCO, el sintetizador se conecta también con los circuitos lógicos y con el ASFICcmp. La programación del sintetizador se realiza a través de las líneas SPI_DATA_OUT, SPI_CLK y SYNTH_CS (selección de chip) del microprocesador (U409, pines 100, 1 y 47 respectivamente). Un nivel lógico alto (3 V) en el pin 4 de U201 indica al microprocesador que el sintetizador está sincronizado.

La modulación de transmisión proveniente del ASFICcmp (pin 40 de U451) se aplica al pin 10 de U201 (MOD_IN). Un atenuador electrónico en el ASFICcmp ajusta la desviación global del transmisor mediante una variación en el nivel de audio aplicado al CI sintetizador. Internamente, el audio se digitaliza mediante el sintetizador Fractional-N y se aplica al divisor de bucle para proporcionar la modulación de puerto de baja. Asimismo, el audio se encamina a través de un atenuador interno a fin de equilibrar la modulación en el puerto de baja y en el puerto de alta, y de reducir la desviación en 6 dB para los canales de 12,5 kHz, y está disponible en el pin 41 de U201 (VCO_MOD). Esta señal de audio se encamina al modulador del VCO.

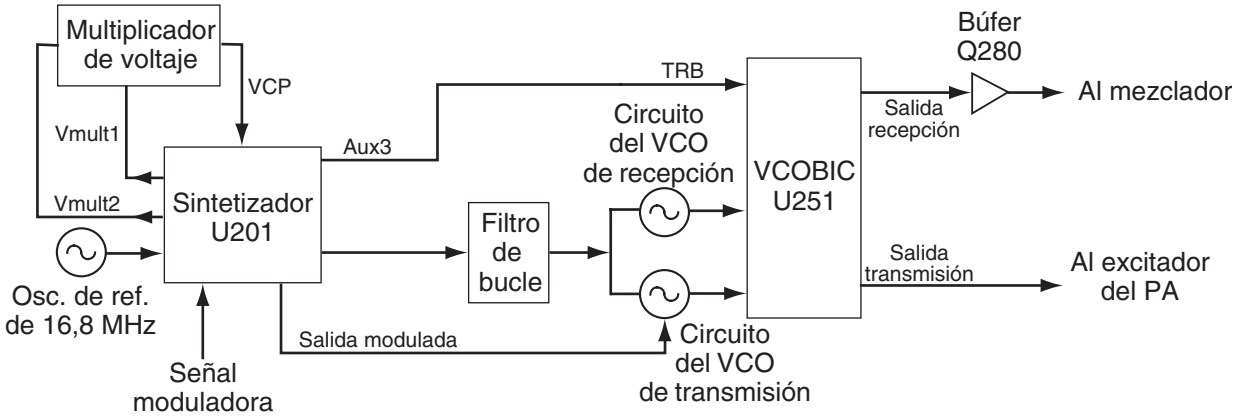

Figura 5–3. Diagrama de bloques de la unidad de generación de frecuencia de VHF

5.4.1 Sintetizador Fractional-N

El sintetizador Fractional-N, mostrado en la Figura 5–4, usa un cristal de 16,8 MHz (Y201) para generar la frecuencia de referencia del sistema. Los componentes externos C201-C203, R202 y D201 también forman parte del circuito oscilador con compensación de temperatura. El voltaje CC aplicado al varactor D201 proveniente del pin 25 de U201 lo determina un algoritmo de compensación de temperatura dentro de U201, y es específico para cada cristal Y201, con base en el código único asignado al cristal, que identifica sus características de temperatura. La estabilidad es mejor que 2,5 ppm dentro del rango de temperaturas de -30 a 60 °C. El ajuste electrónico de frecuencia programable por software se logra mediante un DAC interno que proporciona un voltaje de ajuste de frecuencia, del pin 25 de U201 al varactor D201.

El CI sintetizador U201 sigue dividiendo la señal de 16,8 MHz hasta 2,1 MHz, 2,225 MHz o 2,4 MHz para usarla como frecuencia de referencia. También proporciona una señal reforzada de 16,8 MHz en el pin 19 de U201 para uso con el ASFICcmp.

Para lograr una sincronización rápida del sintetizador, una bomba de carga de adaptación interna proporciona una corriente más alta en el pin 45 de U201 para forzar rápidamente al sintetizador hacia su rango de sincronización. Seguidamente, se sincroniza la frecuencia requerida mediante la bomba de carga en modo normal en el pin 43. Un filtro de bucle (C243-C245 y R243-R245) elimina el ruido y

los picos del voltaje de mando aplicado a los varactores del VCO, con un filtraje adicional ubicado en el circuito del VCO.

Tanto la bomba de carga normal como la bomba de carga de adaptación reciben la alimentación del multiplicador de voltaje capacitivo, constituido por C221-C224 y D220-D221. Dos ondas cuadradas de 3 V provenientes de los pines 14-15 de U201 proporcionan las señales de excitación para el multiplicador de voltaje, que genera 12,1 V en el pin 47 de U201. Este voltaje es filtrado por C225-C228.

Una de las salidas auxiliares del CI sintetizador (AUX3, pin 2 de U201) proporciona la señal TRB que determina el modo de operación del VCO, ya sea de recepción o de transmisión.

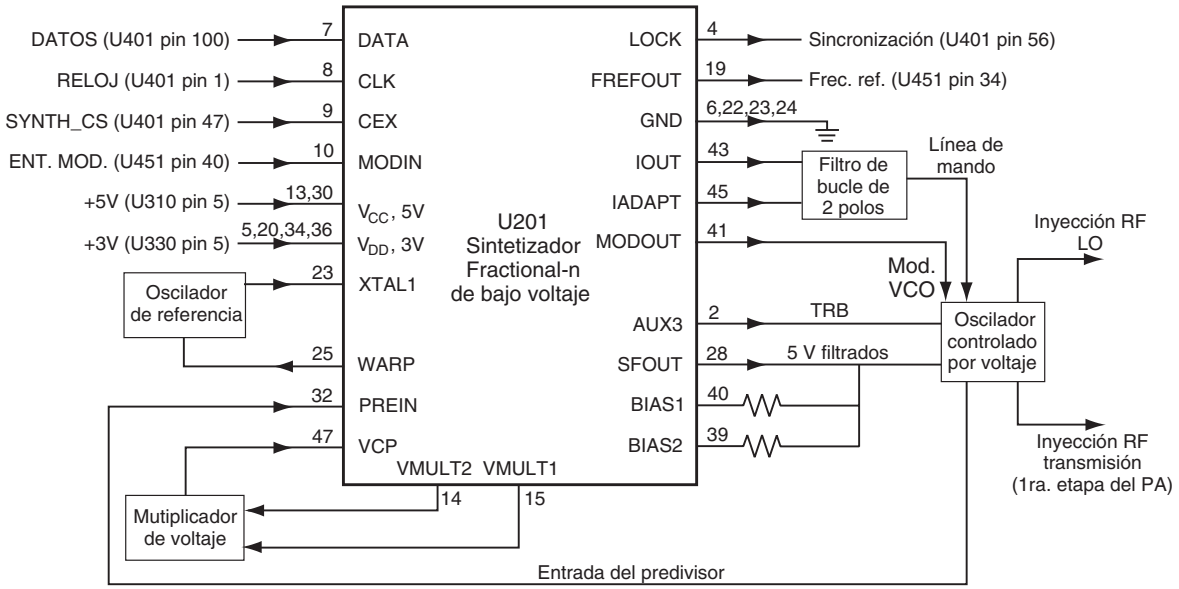

Figura 5–4. Diagrama de bloques del sintetizador de VHF

5.4.2 Oscilador controlado por voltaje (VCO)

El VCOBIC (U251), mostrado en la Figura 5–5, junto con el sintetizador Fractional-N (U201) generan RF tanto en el modo de operación de recepción como en el de transmisión. La línea TRB (pin 19 de U251) determina cuál oscilador y cuál búfer se habilitan. Una muestra de la señal de RF del oscilador habilitado se encamina desde el pin 12 de U251 a través de un filtro pasabajos, hasta la entrada del predivisor del CI sintetizador (pin 32 de U201). Tras la comparación de frecuencias en el sintetizador, el voltaje de control CC resultante se emplea para gobernar la frecuencia del VCO. Cuando el PLL está sincronizado en frecuencia, este voltaje puede variar entre 3 V y 9 V. L251 y C251 atenúan aún más el ruido y los picos en el voltaje de la línea de mando.

En el modo de recepción, la línea TRB (pin 19 de U251) está a nivel bajo. Esto activa el VCO de recepción y el búfer de recepción de U251, el cual opera dentro del rango de 190,85 a 218,85 MHz. La frecuencia del VCO está determinada por C253-C257, por el varactor D251 y por el inductor L254 del circuito "Tank". La señal de RF reforzada del pin 8 de U251 se amplifica aún más mediante Q280 y se aplica como RX_INJ al filtro de inyección pasabajos en el circuito de la etapa de entrada del receptor.

En el modo de transmisión, U251-19 es llevado a nivel alto por el pin 2 de U201, que habilita el búfer y el VCO de transmisión. La señal de RF de 146-174 MHz proveniente del pin 10 de U251 se aplica como TX_INJ a la entrada del circuito de transmisión a través de la red adaptadora compuesta de C290-C291 y L291. La frecuencia del VCO de transmisión está determinada por L264, C263-C267 y

el varactor D261. La modulación de audio del puerto de alta proveniente del CI sintetizador se aplica como VCO_MOD al varactor D262, el cual modula el VCO de transmisión.

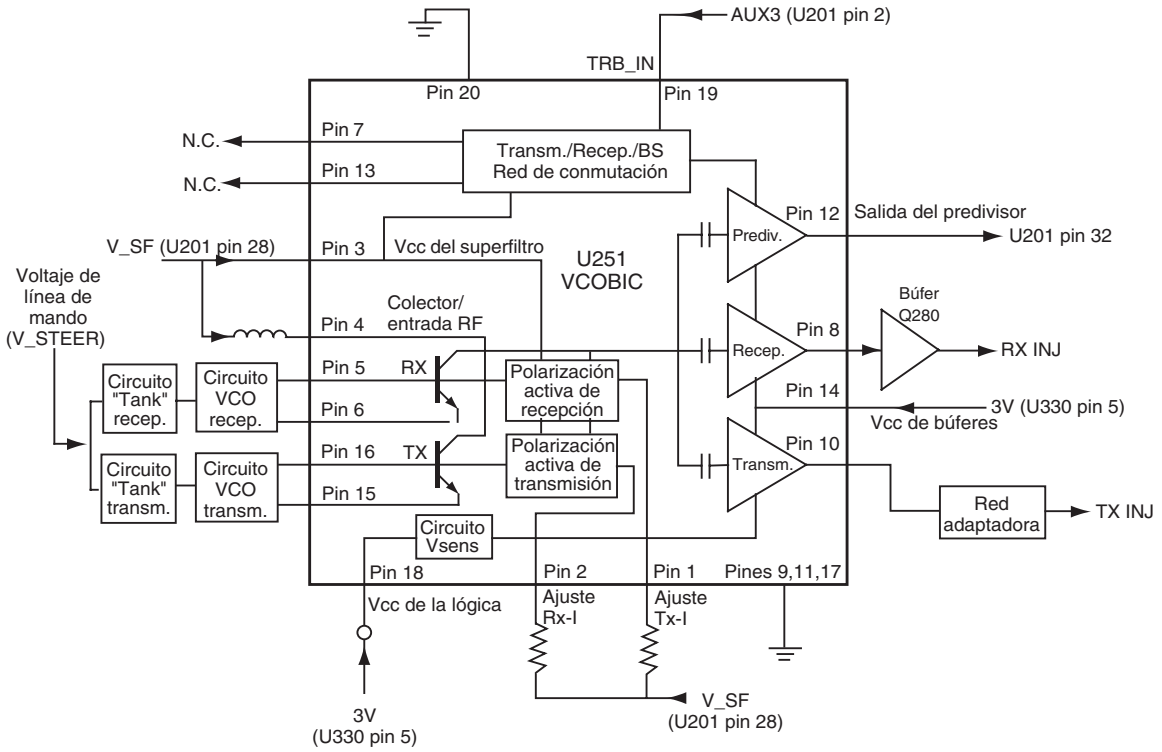

Figura 5–5. Diagrama de bloques del VCO de VHF

5.5 Teclado

El diagrama de bloques del teclado se ilustra en la Figura 5–6. Al presionar una tecla se producen dos voltajes diferentes: KEYPAD_ROW y KEYPAD_COL. Estos voltajes son enviados directamente al microprocesador del radio ubicado en la tarjeta principal. El microprocesador interpreta el voltaje proveniente de KEYPAD_ROW y KEYPAD_COL cada vez que se presiona una tecla.

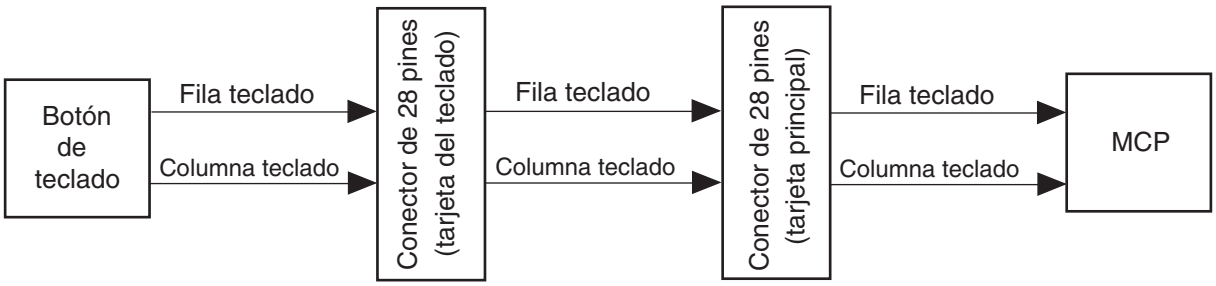

Figura 5–6. Diagrama de bloques del teclado

Notas:

Capítulo 6 Tablas de solución de problemas del radio de VHF

6.1 Tabla de solución de problemas del receptor

Tabla 6–1. Tabla de solución de problemas del receptor

Síntoma	Causas posibles	Procedimiento	Acción correctiva
El radio no enciende (no emite tono de encendido ni se enciende el LED).	1. Batería descargada o defectuosa.	Instale una batería en buen estado o un eliminador de batería.	Cargue la batería o reemplácela.
	2. Contactos de la batería defectuosos.	Inspeccione los contactos de la batería en busca de señales de corrosión o terminales doblados.	Limpie, repare o reemplace J301.
	3. Fusible quemado	Compruebe el voltaje en cada extremo del fusible. Si está quemado, encontrará 0 V CC después del fusible.	Compruebe que no haya un cortocircuito en la salida; compruebe D301, VR301; busque y resuelva el problema; reemplace el fusible.
	4. Falla de conmutación de CC	Verifique que el voltaje de batería esté presente en el pin 5 de S444 cuando el radio está encendido. Verifique que en Q494-1 haya por lo menos 1 V CC; que Q494-6 sea ~0,1 V CC; que Q493-3 esté al voltaje de batería (Vbatt).	Compruebe/reemplace el control de encendido/apagado/volumen S444. Solucione el problema/reemplace Q493/4.
	5. El microprocesador no arranca.	Verifique que en la entrada de reloj que va a U401-90 (EXTAL) haya 7,3975 MHz, usando la punta de prueba de alta impedancia. Si el reloj es 3,8 MHz, revise los pines de U401 en busca de cortocircuitos. Conecte la RIB para verificar la comunicación a través del CPS. Verifique que U401-94 (RESET) esté a nivel alto.	Verifique la señal de 16,8 MHz en U451-34. Si todo está bien, resuelva el problema/reemplace U451. Si alguna de las señales buscadas no está presente, resuelva el problema del sintetizador U201. Reprograme el radio o vuelva a grabar la memoria Flash, según sea necesario. Si RESET está a nivel bajo, resuelva el problema del regulador U320. Busque cortocircuitos en los pines de U401. Reemplace U401. Reprograme el radio, según sea necesario.
	6. Falla del regulador	Verifique que U310-5 está en 5 V CC, que U320-5 está en 3,3 V CC y que U330-5 está en 3 V CC.	Compruebe que no haya cortocircuitos en las salidas; busque/resuelva el problema según sea necesario, y reemplace el regulador defectuoso.

Tabla 6–1. Tabla de solución de problemas del receptor (cont.)

Síntoma	Causas posibles	Procedimiento	Acción correctiva
No hay audio	1. Sintetizador desincronizado	Verifique que U201-4 esté en 3 V CC.	Resuelva el problema en los circuitos del sintetizador/VCO.
	2. IFIC defectuoso	Verifique que el audio esté presente en U51-8.	Compruebe Q70, Y70, U51.
	3. Falla de búfer de audio de recepción	Verifique que el audio esté presente en U451-2.	Compruebe U510 y los componentes asociados.
	4. Falla del ASFIC	Verifique que el audio esté presente en U451-41. Verifique que U451-14 esté a nivel alto.	Compruebe la configuración del silenciador y la programación de PL/DPL. Resuelva el problema/ reemplace U451.
	5. Falla del PA de audio	Verifique que U490-1 < 0,2 V CC. Verifique que el audio esté presente en U490-5 y 8.	Compruebe Q490. Compruebe/reemplace U490.
	6. Parlante defectuoso	Verifique que el audio esté presente en los terminales del parlante.	De no ser así, verifique la continuidad de J471-2 y 3. Compruebe J491. De comprobarse la falla, sustituya el parlante.
No hay recepción (sólo se oye el ruido del silenciador)	1. No hay primera inyección	Compruebe que el nivel de RF en T42-6 sea de aprox. +6 dBm. Compruebe que el nivel de RF en U251-8 sea de aprox. -8 dBm.	Compruebe el filtro de inyección C40-44, L40-41. De ser así, compruebe Q280 y los componentes asociados. De no ser así, compruebe U251 y los componentes en los pines 5 y 6.
	2. No hay fuente en 5R.	Verifique que U401-49 esté a nivel alto en recepción. Verifique que la compuerta de Q311 esté en 0 V CC en recepción Verifique que el drenador de Q311 esté en 5 V CC en recepción.	Compruebe/reemplace U401 Compruebe/reemplace Q313. Verifique que no haya cortocircuitos; compruebe/ reemplace Q311.
	3. Falla del filtro de armónicas o del conmutador de antena	Aplique una señal de RF de 100 mV dentro del canal en el puerto de antena. Verifique el nivel de RF en la unión C1/C2 según el esquema eléctrico.	Compruebe el filtro de armónicas de transmisión, D120-121. Debe estar en 0 V CC en D120-121.
	4. Falla de etapa de salida	Aplique una señal de RF de 100 mV dentro del canal en el puerto de antena. Mida los niveles de RF desde FL51 hasta U51.	Compruebe los componentes antes del punto de pérdida de señal.
	5. No hay segunda inyección	Mida el nivel de RF en U51-3; verifique que haya aprox. 280 mV eficaces.	Si los voltajes CC en U51-3 y 4 están correctos, compruebe Y51 y los componentes asociados. De otra manera, reemplace U51.

6.2 Tabla de solución de problemas del sintetizador

Tabla 6–2. Tabla de solución de problemas del sintetizador

Síntoma	Causas posibles	Procedimiento	Acción correctiva
Sintetizador desincronizado (modo de recepción únicamente)	1. Falla de VCO	Verifique que el oscilador esté funcionando, compruebe el nivel de RF en U251-10 según el esquema eléctrico. Compruebe el voltaje CC en los pines 2 a 6 y 10 de U251 según la Tabla 6–4. Verifique que el voltaje de la línea de mando esté entre ~3 V y 10 V.	Compruebe los componentes del circuito "Tank" de VCO conectados a U251-5 y 6. Busque cortocircuitos o circuitos abiertos; reemplace U251. Compruebe D251 y los componentes asociados.
	2. Falla del sintetizador	Verifique que la línea TRB (de U201-2 a U251-19) esté a nivel bajo en el modo de recepción	Compruebe que no haya cortocircuitos; compruebe los voltajes de U201 según la Tabla 6–4; reemplace U201 si no están correctos.
	3. Falla de programación	Verifique que la programación de los canales de recepción esté correcta.	Realice de nuevo la programación si es necesario.
Sintetizador desincronizado (modo de transmisión únicamente)	1. Falla de VCO	Verifique que el oscilador esté funcionando, compruebe el nivel de RF en U251-10 según el esquema eléctrico. Compruebe el voltaje CC en los pines 1, 3, 4, 10, 15 y 16 de U251 según la Tabla 6–4. Verifique que el voltaje de la línea de mando esté entre ~3 V y 10 V.	Compruebe los componentes del circuito "Tank" de VCO conectados a U251-15 y 16. Busque cortocircuitos o circuitos abiertos; reemplace U251. Compruebe D261 y los componentes asociados.
	2. Falla del sintetizador	Verifique que la línea TRB (de U201-2 a U251-19) esté a nivel alto (3 V) en el modo de transmisión	Compruebe que no haya cortocircuitos; compruebe los voltajes de U201 según la Tabla 6–4; reemplace U201 si no están correctos.
	3. Falla de programación	Verifique que la programación de los canales de transmisión esté correcta.	Realice de nuevo la programación si es necesario.

Tabla 6–2. Tabla de solución de problemas del sintetizador (cont.)

Síntoma	Causas posibles	Procedimiento	Acción correctiva
Sintetizador desincronizado (modos de recepción y transmisión)	1. Falla de VCO	Compruebe que el nivel de RF en U251-12 sea de por lo menos 150 mV (VHF) o de -12 a -20 dBm (UHF)	Si está bajo o ausente, compruebe L276, C276-7, R276.
	2. Falla del sintetizador	Compruebe que el nivel de RF en U201-32 sea de por lo menos 150 dBm (VHF) o de -12 a -20 dBm (UHF) Verifique que el voltaje de la línea de mando esté entre ~3 V y 10 V.	Si está correcto, compruebe/ reemplace U201. Si no está correcto, compruebe R248 y C241. Compruebe los componentes del filtro de bucle R243-5 y C243-5.
	3. Falla de voltaje CC	Verifique que hay 4,5 V CC en U201-28. Verifique que hay 12,1 V CC en U201-47.	Compruebe C231-233, etc., en busca de cortocircuitos. Si están bien, compruebe/reemplace U201. Compruebe que hay ondas cuadradas de 3 V a 1,05 MHz en U201-14 y 15. Compruebe C218-228, D220-221.
	4. Falla de programación	Verifique que la programación de canales esté correcta.	Realice de nuevo la programación si es necesario.

6.3 Tabla de solución de problemas del transmisor

Tabla 6–3. Tabla de solución de problemas del transmisor

Síntoma	Causas posibles	Procedimiento	Acción correctiva
No hay transmisión (el LED indicador de transmisión no se enciende)	1. Conmutador de PTT defectuoso.	Verifique que U401-71 se pone a nivel bajo cuando se presiona el botón PTT.	Reemplace el conmutador de PTT S441.
	2. Falla del botón PTT del micrófono externo (EXT MIC PTT)	Verifique que U401-72 se pone a nivel bajo cuando J471-4 se conecta a tierra.	Compruebe/reemplace Q470, L471, etc.
No hay transmisión (pero el LED indicador de transmisión se enciende)	1. Sintetizador desincronizado	Consulte la Tabla 6–2.	Consulte la Tabla 6–2.
	2. TX_ENABLE ausente	Verifique que U401-50 esté a nivel alto cuando el pin 71 ó 72 está a nivel bajo.	Compruebe/reemplace U401.
	3. Falla del conmutador CC de transmisión	Verifique que Q171-C esté en 0 V en transmisión. Verifique que Q170-C esté al voltaje Vbatt en transmisión.	Reemplace Q171 Verifique que no haya cortocircuitos; reemplace Q170.
	4. Falla del control de potencia	Compruebe los voltajes de Q150 y U150 según el esquema eléctrico y la Tabla 6–4.	Repare/reemplace los componentes defectuosos.
	5. No hay inyección de transmisión	Compruebe el nivel de RF en la unión R100/R101 según el esquema eléctrico.	Compruebe U251, L291-292, C290-291.
	6. No hay fuente de 5T.	Verifique que la compuerta de Q312 esté en 0 V CC en transmisión Verifique que el drenador de Q312 esté en 5 V CC en transmisión.	Compruebe/reemplace Q313. Verifique que no haya cortocircuitos; compruebe/ reemplace Q312.
	7. Falla de la etapa de ganancia de transmisión	Compruebe los niveles de RF en Q100 y U110 según el esquema eléctrico.	Resuelva el problema en Q100/ U110 y la circuitería asociada.
	8. Falla del conmutador de antena	Verifique el voltaje CC en la unión R122/L120 es aprox 1,5 V.	Compruebe/reemplace D120-121, L120-121, R120-122, etc.

Tabla 6–3. Tabla de solución de problemas del transmisor (cont.)

Síntoma	Causas posibles	Procedimiento	Acción correctiva
Potencia baja	1. Baja inyección de transmisión	Compruebe que haya un nivel de RF en la unión R100/R101 según el esquema eléctrico.	Compruebe U251, L291-292, C290-291.
	2. Baja ganancia en la etapa de transmisión	Verifique que el voltaje CC en Q100-E sea de ~1,3 V (VHF) o de ~0,5 V (UHF). Verifique que el nivel de RF en U110-1 sea de aprox. 1 V (VHF) o de 1,6 V (UHF).	Verifique que el voltaje 5T sea el correcto. Resuelva el problema de la circuitería de Q100. Resuelva el problema de la circuitería de Q100. Compruebe/ reemplace Q100.
	3. Voltaje de control incorrecto	Verifique que el voltaje CC en PWR_SET (R162) esté entre aprox. 1,8 V CC (a 1 vatio) y 2,6 V CC (a 4-5 vatios). Verifique que el voltaje CC en PU110-2 esté entre aprox. 2-3 V CC (a 1 vatio) y 3-4 V CC (a 4-5 vatios). (Ver el esquema eléctrico).	Verifique la programación. Resuelva el problema de la circuitería del controlador. Compruebe/reemplace U451. Resuelva el problema en U150, Q150 y la circuitería asociada.
	4. Defecto del conmutador de antena	Verifique el voltaje CC en la unión. R122/L120 (VHF) o R121/L120 (UHF) es de aprox. 1,7 V. *Nota: No intente medir voltajes CC o de RF en los diodos. Podría dañarse el equipo de prueba.*	Compruebe/reemplace D120-121, L120-121, R120-122, etc.
	5. Defecto del filtro de armónicas	Inspeccione visualmente los componentes C130-137, L130-132. Compruebe la continuidad CC de L130-132 *en el modo de recepción únicamente*.	Repare/reemplace si es necesario.
Alcance de transmisión insuficiente; la potencia conducida está bien	1. Conector hembra de prueba de RF defectuoso	Verifique la continuidad de los pines 3 y 4 de J140 *en el modo de recepción únicamente*.	Reemplace J140.
	2. Falla de red adaptadora de antena	Inspeccione visualmente los componentes C140-141, L140 o L141. Compruebe la continuidad CC de L140 o L141 *en el modo de recepción únicamente*.	Repare/reemplace si es necesario.
	3. Antena defectuosa o inadecuada	Verifique que la antena instalada sea la adecuada. Pruebe con otra antena.	Reemplace la antena.

Tabla 6–3. Tabla de solución de problemas del transmisor (cont.)

Síntoma	Causas posibles	Procedimiento	Acción correctiva
Audio del micrófono interno ausente (el audio del micrófono externo está bien)	1. Falla de polarización del micrófono	Verifique que U451-35 se pone a nivel bajo cuando se presiona el botón PTT. Verifique que Q470-6 se pone a nivel alto cuando se presiona el botón PTT.	Compruebe/reemplace U451. Compruebe/reemplace R474, R476 y Q470.
	2. Micrófono defectuoso	Verifique que hay aprox. 1,8 V CC entre los terminales del cartucho cuando se presiona el botón PTT. Verifique que el audio esté presente (~10 mV eficaces) al hablar en dirección hacia el micrófono.	Compruebe el conector del micrófono y R478. Reemplace el cartucho del micrófono.
	3. Conector hembra del micrófono defectuoso	Verifique la continuidad entre los pines 4 y 5 de J471.	Reemplace J471.
No hay audio de micrófono externo (EXT MIC)	1. Falla de polarización del micrófono	Verifique que hay aprox. 1,8 V CC entre los terminales del cartucho EXT MIC en el modo de transmisión. Verifique que el audio esté presente (~10 mV eficaces) al hablar en dirección hacia el micrófono.	Compruebe Q470. R475, R477, L471. Compruebe VR473, VR475, D470 en busca de cortocircuitos.
	2. Falla del trayecto de audio	Verifique que el audio del micrófono esté presente (~10 mV eficaces) en U451-46. Verifique que el audio del micrófono amplificado esté presente (~200 mV eficaces) en U451-40.	Compruebe L471, C470. Compruebe/reemplace U451.
	3. Accesorio de audio defectuoso	Pruebe con otro accesorio.	Reemplace el accesorio defectuoso.

6.4 Tabla de solución de problemas con señales de circuitos integrados y tarjetas

Tabla 6–4. Tabla de solución de problemas con señales de circuitos integrados y tarjetas

Designación del CI	Pin	Función del pin	Voltaje CC	Comentarios (condición)
U51 IFIC	1	Entrada de RF de 44,85 MHz	1,20	
	2	Desacople de entrada de RF	1,20	
	3	Salida del 2do. oscilador local	4,02	
	4	Entrada del 2do. oscilador local	4,60	
	5	Salida de RSSI	0,74	(sin señal recibida)
	6	Vcc	4,70	
	7	Realimentación de audio	0,89	
	8	Salida de audio	1,44	DEMOD a etapa U510
	9	Realimentación de RSSI	0,74	(sin señal recibida)
	10	Entrada de detector cuádruple	2,22	
	11	Salida de limitador	1,25	
	12	Desacople de limitador 2	1,30	
	13	Desacople de limitador 1	1,30	
	14	Entrada de limitador	1,28	
	15	Tierra	TIERRA	
	16	Salida de amplif. de IF	1,22	
	17	Desacople de amplif. de IF 2	1,26	
	18	Entrada de amplif. de IF	1,26	
	19	Desacople de amplif. de IF 1	1,26	
	20	Salida del 2do. mezclador	3,09	
U52 Conmutador de selección de ancho de banda	1	Entrada de inversor 1	0	(modo de 25 kHz)
	2	Salida de inversor 2	0	(modo de 25 kHz)
	3	Entrada de inversor 3 (no usado)	TIERRA	
	4	Tierra	TIERRA	
	5	Salida de inversor 3 (no usado)	4,96	
	6	Entrada de inversor 2	3,00	(modo de 25 kHz)
	7	Salida de inversor 1	4,95	(modo de 25 kHz)
	8	Vcc	4,96	

Tabla 6–4. Tabla de solución de problemas con señales de circuitos integrados y tarjetas (cont.)

Designación del CI	Pin	Función del pin	Voltaje CC	Comentarios (condición)
U110 Ampl. de potencia de RF	1	Entrada de RF	0	(modo de transmisión)
	2	Vgg (polarización de compuerta)	2,65 (típico)	(modo de transmisión) (4,25 V típico en VHF)
	3	Vdd	6,59	(modo de transmisión)
	4	Salida de RF	--	No medir
	5	Tierra	TIERRA	
U150 Amplif. operacional doble	1	Salida de unidad 1	4,20 (típico)	(modo de transmisión) (5,8 V típico en VHF)
	2	Entrada (-) de unidad 1	2,39 (típico)	(modo de transmisión)
	3	Entrada (+) de unidad 1	2,39 (típico)	(modo de transmisión)
	4	Tierra	TIERRA	
	5	Entrada (+) de unidad 2	3,30 (típico)	(modo de transmisión)
	6	Entrada (-) de unidad 2	3,35 (típico)	(modo de transmisión)
	7	Salida de unidad 2	2,23 (típico)	(modo de transmisión)
	8	Vcc	6,79	(modo de transmisión)
U201 Sintetizador de frecuencias	1	Salida AUX2 (no usado)	0	
	2	Salida AUX3 (TRB)	0,03	A U251-19 (modo de recepción)
	3	Salida AUX4 (no usado)	0	
	4	Salida de detección de sincronización	2,98	A U401-56
	5	PD Vdd	2,98	
	6	Tierra digital	TIERRA	
	7	Entrada de datos serie	3,23	
	8	Entrada de reloj serie	0	
	9	Selector del chip del sintetizador	3,23	De U401-47
	10	Entrada de modulación	1,50	De U451-40
	11	VMULT4 (no usado)	2,98	
	12	VMULT3 (no usado)	0	
	13	VRO	4,96	
	14	VMULT2	1,49	
	15	VMULT1	1,49	
	16	INDMULT (no usado)	0	
	17	NC1	0	
	18	Selección de ref. (no usado)	0	
	19	Salida de 16,8 MHz reforzada	1,54	
	20	Vdd analógico	3,00	
	21	V derivación (no usado)	1,55	
	22	Tierra analógica	TIERRA	
	23	XTAL1 de osc. de ref.	2,07	

Tabla 6–4. Tabla de solución de problemas con señales de circuitos integrados y tarjetas (cont.)

Designación del CI	Pin	Función del pin	Voltaje CC	Comentarios (condición)
U201 Sintetizador de frecuencias	24	XTAL2 de osc. de ref.	0	
	25	Salida de curvatura de osc. de ref.	3,00	
	26	Cond. superfiltro	4,48	
	27	Base de superfiltro (no usado)	3,76	
	28	Salida de superfiltro	4,52	
	29	NC2	0	
	30	Entrada de superfiltro	4,96	
	31	NC3	0	
	32	Entrada de predivisor	1,97	
	33	Tierra de predivisor	TIERRA	
	34	Vdd de predivisor	2,99	
	35	Vref de predivisor (no usado)	1,97	
	36	Vdd digital	2,99	
	37	TEST1 (no usado)	0,01	
	38	TEST2 (NU)	0	
	39	Polarización 2	3,38 (típico)	(1,34 V en modo de transmisión)
	40	Polarización 1	1,50 (típico)	(3,20 V en modo de transmisión)
	41	Salida de modulación	3,42 (típico)	(1,62 V típico en modo de transmisión)
	42	CCOMP (no usado)	0,05	
	43	Línea de mando IOUT	9,62 (típico)	Depende de la frecuencia
	44	Tierra PD	TIERRA	
	45	Línea de mando IADAPT	9,62 (típico)	Depende de la frecuencia
	46	Conmutador de adaptación (no usado)	0	
	47	Voltaje de la bomba de carga	12,8	
	48	Salida AUX1 (no usado)	2,98	
U251 VCO / búfer	1	Ajuste de corriente de VCO de transmisión	4,50	
	2	Ajuste de corriente de VCO de recepción	4,35	
	3	Entrada superfiltrada	4,51	
	4	Colector RF en amplif.	4,35	
	5	Base de VCO de recepción	1,27	
	6	Emisor de VCO de recepción	0,48	
	7	Salida de conmutador de recepción (no usado)	0	
	8	Salida de VCO reforzada de recepción	3,36	
	9	GND_FLAG	TIERRA	
	10	Salida de VCO reforzada de transmisión	3,36	
	11	GND_BUFFERS	TIERRA	

Tabla 6–4. Tabla de solución de problemas con señales de circuitos integrados y tarjetas (cont.)

Designación del CI	Pin	Función del pin	Voltaje CC	Comentarios (condición)
U251 VCO / búfer	12	Salida de predivisor	2,26	
	13	Salida de conmutador de transmisión (no usado)	0,06	
	14	Vcc_BUFFERS	3,00	
	15	Emisor de VCO de transmisión	0	(modo de recepción)
	16	Base de VCO de transmisión	0	(modo de recepción)
	17	GND_LOGIC	TIERRA	
	18	Vcc_LOGIC	3,00	
	19	Entrada TRB	0,03	De U201-2 (modo de recepción)
	20	Entrada FLIP	TIERRA	
U310 Regulador de 5 V	1	Vin	7,48	
	2	Tierra	TIERRA	
	3	Entrada de control	7,48	
	4	Condensador de desacoplo	1,26	
	5	Vout	4,96	
U320 Regulador de 3,3 V	1	Tierra	TIERRA	
	2	Realimentación	1,23	
	3	Derivación (no usado)	0	
	4	Vin	7,48	
	5	Vout	3,23	
	6	Detección (no usado)	0	
	7	Error (salida de reinicialización)	3,20	
	8	Entrada de señal de apagado	7,48	
U330 Regulador de 3 V	1	Vin	7,48	
	2	Tierra	TIERRA	
	3	Entrada de control	7,48	
	4	Condensador de desacoplo	1,26	
	5	Vout	3,00	
U401 Microprocesador	1	Entrada de reloj serie PD4_SCK	0	
	2	PD5_SS	3,23	Selección de chip del ASFIC
	3	PD6_VLIN	3,23	Selección de chip de EEPROM
	4	PG7_R_W	3,21	
	5	PG6_AS	3,23	
	6	PG0_XA13	3,23	
	7	PB7_ADDR15	0,026	
	8	PB6_ADDR14	0,028	
	9	PB3_ADDR11	3,06	

Tabla 6–4. Tabla de solución de problemas con señales de circuitos integrados y tarjetas (cont.)

Designación del CI	Pin	Función del pin	Voltaje CC	Comentarios (condición)
U401 Microprocesador	10	PB1_ADDR9	3,05	
	11	PB2_ADDR10	0,16	
	12	VDD	3,23	
	13	VSS	TIERRA	
	14	PBO_ADDR8	3,05	
	15	PB5_ADDR13	0,13	
	16	PG1_XA14	0,20	
	17	PG4_XA17	3,17	
	18	PG5_XA18	0	
	19	PG3_XA16	3,21	
	20	PG2_XA15	0,30	
	21	PB4_ADDR12	0,22	
	22	PF7_ADDR7	3,03	
	23	PF6_ADDR6	3,08	
	24	PF5_ADDR5	3,06	
	25	PF4_ADDR4	0,16	
	26	PF3_ADDR3	0,26	
	27	PF2_ADDR2	3,06	
	28	PF1_ADDR1	3,06	
	29	PFO_ADDR0	3,05	
	30	PC0_DATA0	0,69	
	31	PC1_DATA1	0,96	
	32	PC2_DATA2	1,10	
	33	PC3_DATA3	0,81	
	34	PC4_DATA4	0,62	
	35	PC5_DATA5	0,68	
	36	PC6_DATA6	0,67	
	37	PC7_DATA7	0,73	
	38	PH7_CSPROG	3,05	
	39	VDDL	3,23	
	40	VSSL	TIERRA	
	41	PH6_CSGP2	3,23	
	42	PH5_CSGP1	3,23	
	43	PH4_CSIO	0	
	44	PH3_PW4	3,21	Salida de control de encendido/apagado
	45	PH2_PW3	0	

Tabla 6–4. Tabla de solución de problemas con señales de circuitos integrados y tarjetas (cont.)

Designación del CI	Pin	Función del pin	Voltaje CC	Comentarios (condición)
U401 Microprocesador	46	PH1_PW2	3,00	
	47	PH0_PW1	3,23	Selector del chip del sintetizador
	48	XIRQ	3,00	
	49	PI7	1,48	Habilitación de recepción
	50	PI6	0,01	Habilitación de transmisión
	51	PI5	3,23	
	52	PI4	0	Habilitación de LED verde
	53	PI3	0	Habilitación de LED rojo
	54	PI2	0	
	55	PI1	0	
	56	PI0	2,98	Detección de sincronización proveniente de U201-4
	57	MODB_VSTBY	3,22	Habilitación de modo de autocarga
	58	MODA_LIR	3,12	
	59	AVDD	3,23	
	60	PE7_AN7	3,20	
	61	PE6_AN6	3,20	
	62	PE5_AN5	2,91	Detección de umbral de VOX
	63	PE4_AN4	0,73	Entrada RSSI
	64	PE3_AN3	0,14	
	65	PE2_AN2	1,62	
	66	PE1_AN1	0 - 3,3 V	Contacto deslizante de control de volumen
	67	PE0_AN0	2,48	33% del voltaje de la batería
	68	VRL	0	
	69	VRH	3,20	
	70	AVSS	TIERRA	
	71	PJ0_CSGP3	3,23	Botón PTT lateral
	72	PJ1_CSGP4	0	PTT de mic. externo
	73	PJ2	3,23	
	74	PJ3	3,23	
	75	PJ4	3,23	
	76	PJ5	0	
	77	PJ6	3,23	Botón inferior de opción
	78	PJ7	3,23	Botón superior de opción
	79	PA0_IC3	0	
	80	PA1_IC2	1,57	
	81	PA2_IC1	3,00	

Tabla 6–4. Tabla de solución de problemas con señales de circuitos integrados y tarjetas (cont.)

Designación del CI	Pin	Función del pin	Voltaje CC	Comentarios (condición)
U401 Microprocesador	82	PA3_IC4_OC5_OC1	3,00	
	83	PA4_OC4_OC1	0	Entrada de detección del silenciador
	84	PA5_OC3_OC1	0	Entrada de actividad en el canal
	85	PA6_OC2_OC1	0	
	86	PA7_PA1_OC1	0	
	87	VSSR	TIERRA	
	88	VDDR	3,23	
	89	ECLK (no usado)	1,60	
	90	EXTAL	1,70	Reloj de U451-28
	91	XTAL	1,40	No usado
	92	VDDSYN	0	
	93	XFC (no usado)	0	
	94	RESET	3,20	De U320
	95	LVOUT	0	
	96	IRQ	3,20	
	97	PD0_RXD	3,23	
	98	PD1_TXD	1,9	
	99	PD2_MISO	0	
	100	PD3_MOSI	3,23	
U402 EEPROM	1	Selección de chip	3,23	De U401-3
	2	Salida de datos serie	0	
	3	Protección de escritura	3,23	
	4	Vss	TIERRA	
	5	Entrada de datos serie	3,23	
	6	Reloj serie	0	
	7	Retención	3,23	
	8	Vcc	3,23	
U404 ROM Flash	1	A11	3,06	
	2	A9	3,08	
	3	A8	3,05	
	4	A13	0,13	
	5	A14	0,31	
	6	NC	3,17	
	7	EN_WE	3,21	De U401-4
	8	Vcc	3,23	
	9	RESET	3,20	

Tabla 6–4. Tabla de solución de problemas con señales de circuitos integrados y tarjetas (cont.)

Designación del CI	Pin	Función del pin	Voltaje CC	Comentarios (condición)
U404 ROM Flash	10	A16	3,17	
	11	A15	0,30	
	12	A12	0,22	
	13	A7	3,03	
	14	A6	3,08	
	15	A5	3,06	
	16	A4	0	
	17	A3	0,24	
	18	A2	3,08	
	19	A1	3,05	
	20	A0	3,05	
	21	D0	0,69	
	22	D1	0,94	
	23	D2	1,08	
	24	TIERRA	TIERRA	
	25	D3	0,78	
	26	D4	0,59	
	27	D5	0,66	
	28	D6	0,67	
	29	D7	0,75	
	30	EN_CE	3,01	De U401-38
	31	A10	0,16	
	32	EN_OE	0	De U401-86
U451 ASFIC_CMP	1	VDD de circuitos analógicos	3,00	
	2	Entrada de audio DISC	1,34	De U510
	3	Tierra de circuitos analógicos	TIERRA	
	4	Salida DACU	0	
	5	Salida DACR	0	
	6	Salida DACG	2,38 (típico)	Fijación de potencia (modo de transmisión)
	7	Salida de detector de picos de VOX	2,91	
	8	PLCAP para integrador de CC	0,40	
	9	SQIN	0,01	
	10	Entrada/salida de audio universal	0	
	11	VDD para los DAC	4,95	
	12	SQCAP	0	
	13	Salida de uso general GCB2	0	PA_EN de audio (silenciador desactivado)

Notas:

Tabla 6–4. Tabla de solución de problemas con señales de circuitos integrados y tarjetas (cont.)

Designación del CI	Pin	Función del pin	Voltaje CC	Comentarios (condición)
U451 ASFIC_CMP	14	Salida de uso general GCB1	0	
	15	Salida de uso general GCB0	3,00	Selección de ancho de banda (modo de 25 kHz)
	16	Salida de actividad en canal con silenciador	0	A U401-84
	17	Salida digital de detección de silenciador	0	A U401-83
	18	E/S de PL/datos de baja velocidad	1,50	
	19	E/S de datos de alta velocidad	3,00	
	20	Selección de chip	3,23	De U401-2
	21	Entrada de reloj serie	0	
	22	Entrada de datos serie	3,23	
	23	Tierra para sintetizador de reloj	TIERRA	
	24	Cond. de filtro de bucle para sincr. de reloj	0,74	
	25	PLCAP2 para integrador LS	1,17	
	26	No usado	0	
	27	Vdd para sintetizador de reloj	3,00	
	28	Salida de sintetizador de reloj	1,70	
	29	Ref. de 1200 Hz para decodificación de MDC	3,00	
	30	GNDDO	TIERRA	
	31	Tierra para circuitos digitales	TIERRA	
	32	Vdd para conmutadores analógicos	4,96	
	33	Vdd para circuitos digitales	3,00	
	34	Entrada de reloj maestro de 16,8 MHz	1,54	
	35	Salida de uso general GCB3	3,00	Habilitación de MIC interno
	36	Retorno de audio de transmisión desde opción	0	
	37	Salida de uso general GCB4	0	
	38	Salida de uso general GCB5	0	
	39	Envío de audio de recepción a opción	1,48	
	40	Salida de modulación	1,50	A U201-10
	41	Salida de audio de recepción a amplif. potencia	1,51	
	42	Retorno de audio no filtrado de transmisión desde opción	0,20	
	43	Retorno de audio de recepción a opción	1,50	
	44	Envío de audio de transmisión no filtrado a opción	1,50	
	45	Vdd para filtros de E/S de trayecto de audio	3,00	
	46	Entrada de audio de micrófono	1,50	
	47	Tierra para filtros de E/S de trayecto de audio	TIERRA	
	48	Entrada de audio de micrófono externo (no usado)	0	

Tabla 6–4. Tabla de solución de problemas con señales de circuitos integrados y tarjetas (cont.)

Designación del CI	Pin	Función del pin	Voltaje CC	Comentarios (condición)
U480 Amplif. operacional doble	1	Salida de unidad 1	2,48	
	2	Entrada (-) de unidad 1	2,48	
	3	Entrada (+) de unidad 1	2,46	
	4	Tierra	TIERRA	
	5	Entrada (+) de unidad 2	0,28	
	6	Entrada (-) de unidad 2	0,29	
	7	Salida de unidad 2	0	
	8	Vcc	4,96	
U490 Amplificador de potencia de audio	1	Habilitación/apagado	0,12	(Silenciador desactivado)
	2	Referencia de polarización	3,26	(Silenciador desactivado)
	3	Entrada (+)	3,26	(Silenciador desactivado)
	4	Entrada (-)	3,27	(Silenciador desactivado)
	5	Salida (-)	3,25	(Silenciador desactivado)
	6	Vcc	7,48	(Silenciador desactivado)
	7	Tierra	TIERRA	
	8	Salida (+)	3,29	(Silenciador desactivado)
U510 Amplif. operacional doble	1	Salida de unidad 1	1,75	
	2	Entrada (-) de unidad 1	1,56	
	3	Entrada (+) de unidad 1	1,55	
	4	Tierra	TIERRA	
	5	Entrada (+) de unidad 2	1,55	
	6	Entrada (-) de unidad 2	1,56	
	7	Salida de unidad 2	1,38	
	8	Vcc	4,96	

1. Todos los voltajes se miden con un voltímetro digital de alta impedancia y las mediciones se expresan en voltios CC con relación a tierra (0 V).
2. Los voltajes se miden con un voltaje de entrada CC de 7,50 + 0,02 voltios CC aplicados al conector de batería (J301).
3. Todos los voltajes se miden en el modo de recepción con silenciador, a menos que se indique de otra manera.
4. Los voltajes son idénticos para los modelos de VHF y UHF a menos que se indique de otra manera.

Notas:

Capítulo 7 Esquemas eléctricos, planos de ubicación de componentes y listas de partes del radio VHF

7.1 Introducción

Esta sección contiene los diagramas esquemáticos, planos de ubicación de componentes y listas de partes de las tarjetas de circuito y conexiones de interfaz del radio.

7.1.1 Notas para todos los esquemas eléctricos y tarjetas de circuito

* Componente sensible a la frecuencia. Remítase a la lista de partes eléctricas para determinar los valores y modos de empleo.

1. A menos que se especifique de otra manera, los valores de resistencia se indican en ohmios (K = 1000), los valores de capacitancia se indican en picofaradios (pF) o microfaradios (µF), y los valores de inductancia se indican en nanohenrios (nH) o microhenrios (µH).
2. Los voltajes CC se miden entre el punto indicado y la tierra de chasis, mediante un multímetro de CC Motorola o un instrumento equivalente. Si la tarjeta se ha extraído del chasis, deben usarse los tornillos de montaje del módulo transmisor para conexión a tierra. (*Nota: El soporte de la tuerca de la antena no está conectado a tierra*). Los voltajes dependientes del modo de operación son acompañados de "(RX)" para especificar el modo de recepción, de "(TX)" para especificar el modo de transmisión, de "(UNSQ)" para especificar el modo de silenciador desactivado, etc.
3. Los voltajes de RF en los modelos VHF se miden con la punta de prueba de RF Fluke modelo 85. Los voltajes que aparecen expresados en mV (RF) son lecturas de niveles CC que corresponden aproximadamente 1:1 al nivel de voltaje de RF en mV eficaces. Los voltajes de RF en la etapa de entrada del receptor y en la etapa de salida del receptor se miden con una señal de RF de 100 mV (-7 dBm) dentro del canal, aplicada al conector hembra de antena J140.
4. Los voltajes de RF en los modelos UHF se miden tanto con un voltímetro de RF de alta impedancia con ancho de banda superior a 500 MHz (los niveles se expresan en dBm) y con una punta de prueba Fluke modelo 85 RF (los niveles se expresan en mV [RF]). Estos voltajes indicados son lecturas de niveles CC que corresponden aproximadamente 1:1 al nivel de voltaje de RF en mV eficaces, y son sólo aproximaciones para las mediciones de frecuencias de UHF. Los voltajes de RF en la etapa de entrada del receptor y en la etapa de salida del receptor se miden con una señal de RF de 100 mV (-7 dBm) dentro del canal, aplicada al conector hembra de antena J140.
5. Los voltajes de audio se miden con un voltímetro de alta impedancia, capaz de medir valores eficaces de CA. Los voltajes indicados se expresan en mV eficaces. Los voltajes en el modo de recepción están acompañados de "(RX)" y se miden con una señal dentro del canal modulada con 1 kHz y una desviación del 60% (3 kHz para canales de 25 kHz, y 1,5 kHz para canales de 12,5 kHz). Los voltajes en el modo de transmisión están acompañados de "(TX)" y se miden con una señal de 10 mV eficaces a 1 kHz, presente en la entrada de micrófono externa (pin 4 [vivo] y pin 7 [tierra] del conector de accesorio J471).

6. Los designadores de referencia están asignados de la siguiente forma:

Series de nº ref.	Bloque circuital
1-99	Etapa de entrada de RF
100-149	Etapas de RF del transmisor
150-200	Control de potencia del transmisor
201-250	Sintetizador de frecuencia
251-300	VCO
301-400	Regulación de CC
401-450	Microprocesador
451-550	Audio

7. Leyenda de interconexión de bloques circuitales:

Nombre	Descripción
USWB+	Voltaje de batería sin conmutador (siempre presente)
5V	5 voltios (regulados)
5R	5 voltios en modo de recepción únicamente
5T	5 voltios en modo de transmisión únicamente
RESET	Señal de reinicialización de línea a nivel bajo, del U320 al µP
D3_3V	3,3 voltios digitales (regulados)
3V	3 voltios analógicos (regulados)
TX_ENA	Señal de habilitación de transmisión, del µP al transmisor
PWR_SET	Voltaje CC, del ASFIC al control de potencia de transmisión
DEMOD	Audio de recepción, de la etapa de salida al ASFIC
BW_SEL	Selección de ancho de banda del filtro de la etapa de salida, del ASFIC
RSSI	Indicación de intensidad de la señal recibida, del IFIC al µP
IF_IN/OUT	44,85 MHz, del 1er. mezclador al filtro de IF alta
RF_IN/OUT	Señal de recepción, del conmutador de antena a la etapa de entrada
MOD OUT/IN	Modulación de transmisión, del ASFIC al sintetizador
16_8_MHZ	Señal del osc. de ref., del sintetizador al ASFIC
SYNTH_CS	Selección de chip del sintetizador, proveniente del µP
SPI_CLK	Reloj serie, proveniente del µP
SPI_DATA_OUT	Datos serie, provenientes del µP
LOCK	Indicación de detección de sincronización, del sintetiz. al µP
PRESC	Realimentación de frec. de VCO, del VCOBIC al sintetiz.
V_STEER	Voltaje de línea de mando, del sintetiz. al VCO
V_SF	4,5 voltios superfiltrados, del sintetiz. al VCOBIC

Nombre	Descripción
VCO_MOD	Modulación de transmisión, del ASFIC al sintetizador
TRB	Control de transmisión/recepción, del sintetiz. al VCOBIC
RX_INJ	Salida de VCO de recepción reforzada, al 1er. mezclador de recepción
TX_INJ	Salida del VCO de transmisión a entrada del transmisor

7.1.2 Tarjeta de circuito impreso de seis capas

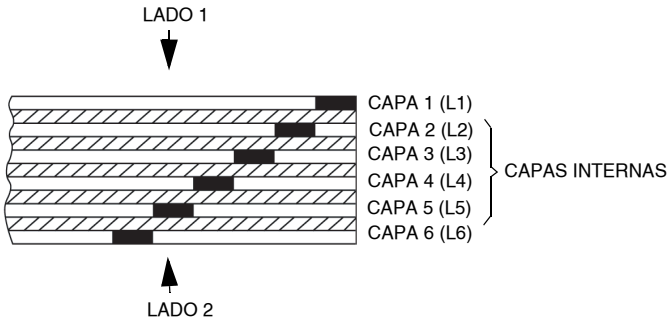

Figura 7–1. Tarjeta de circuito impreso de seis capas: Escalonamiento del cobre en la secuencia de capas

7.2 Esquema eléctrico del parlante y del micrófono

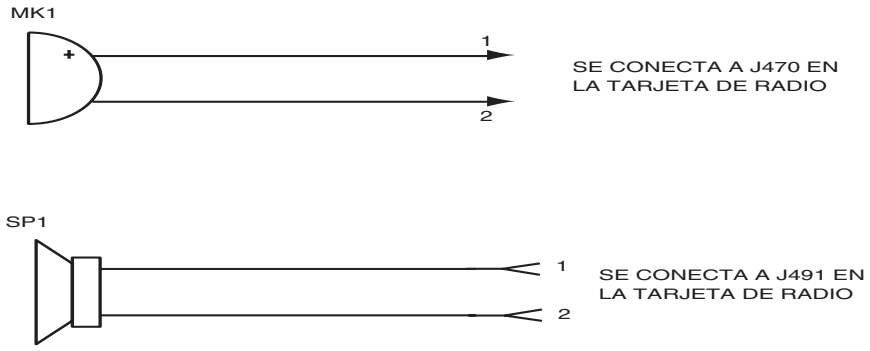

Figura 7–2. Esquema eléctrico del parlante y del micrófono

7.2.1 Lista de partes del parlante y del micrófono

Designación de referencia	Nº de parte Motorola	Descripción
MK1	5085880L01	Micrófono de electretes
SP1	5085738Z08	Conjunto del parlante con conector

Notas:

Capítulo 8 Descripción de funcionamiento del radio UHF de 403-440 MHz

8.1 Introducción

En este capítulo se presenta una descripción detallada del funcionamiento de los componentes del radio. Los esquemas eléctricos de los circuitos descritos en los siguientes párrafos se encuentran en el Capítulo 13 de este manual.

8.2 Receptor de UHF

El receptor de UHF cubre el rango de 403-440 MHz y permite cambiar el ancho de banda de IF para usarlo en sistemas con separaciones entre canales de 20/25/30 kHz y de 12,5 kHz. El receptor está dividido en dos bloques principales, según se muestra en la Figura 8–1.

- Etapa de entrada
- Etapa de salida

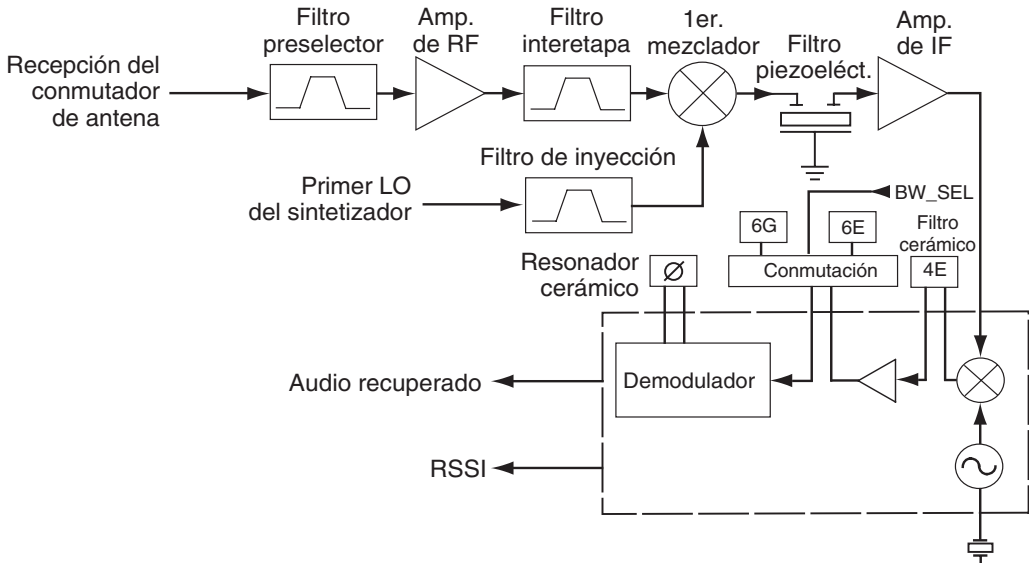

Figura 8–1. Diagrama de bloques del receptor de UHF

8.2.1 Etapa de entrada del receptor

Las señales RF entrantes procedentes de la antena se encaminan primero a través del filtro de armónicas y del conmutador de antena, parte de la circuitería del transmisor, antes de aplicarse a la etapa de entrada del receptor. La etapa de entrada del receptor se compone de un filtro preselector, un amplificador de RF, un filtro interetapa y un primer mezclador simétrico doble.

El filtro preselector es un filtro Butterworth de 3 polos de ajuste fijo, compuesto de elementos discretos (L1-L3, C1-C10, C12 y C523) en configuración de resonador paralelo. Tiene un ancho de banda de 3 dB de 68 MHz centrado en 421 MHz, una pérdida de inserción de 2,2 dB y una atenuación de imagen de 38 dB a 350 MHz. El diodo CR1 protege el amplificador de RF limitando los niveles excesivos de RF. El ancho de banda del filtro es considerablemente más ancho que la banda de recepción, para lograr alojar la baja pérdida de inserción en un dispositivo de tamaño compacto. C523 proporciona un cero de transmisión para mejorar la atenuación de imagen.

La salida del filtro se acopla a la base del amplificador de RF Q21, la cual brinda una ganancia de 18 dB y una figura de ruido de 4 dB. Se emplea un dispositivo BFS505 para lograr una alta ganancia, una baja figura de ruido y una baja corriente de operación. El voltaje de operación se obtiene de la

fuente 5R, que se apaga durante la transmisión para reducir la disipación en Q21. El espejo de corriente Q22 mantiene constante la corriente de operación de Q21 en 8 mA independientemente de las variaciones de componentes y de temperatura, a fin de proporcionar un rango dinámico y una figura de ruido óptimos.

La salida del amplificador de RF se aplica al filtro interetapa, un diseño de resonador Butterworth de acoplamiento paralelo de cuatro polos y ajuste fijo, con un ancho de banda de 3 dB de 68 MHz centrado en 462 MHz, y una pérdida de inserción de 3,5 dB. Este filtro brinda un rechazo de imagen de 58 dB a 350 MHz, asistido por un cero de transmisión a 300 MHz, implementado mediante C524 por las razones antes mencionadas.

La salida del filtro interetapa se conecta al mezclador simétrico doble pasivo, compuesto por T41, T42, y CR41. Este mezclador presenta una pérdida de conversión de 7,2 dB. La inyección en el lado de baja frecuencia proveniente del sintetizador de frecuencias se filtra mediante L40-L41 y C41-C45 para eliminar la energía de la segunda armónica que podría degradar la eficacia del rechazo de espurias en la mitad de la frecuencia intermedia. El filtro de inyección tiene un ancho de banda de 3 dB de 100 MHz centrado en 376,15 MHz, y una pérdida de inserción de 2,7 dB. El rechazo de segunda armónica es normalmente de 45 dB o mayor. La señal de inyección filtrada se aplica a T42 a un nivel de +6 dBm.

La salida del mezclador se aplica a una red diplexora (L51-L52, C51, R51) que acopla la señal de IF de 44,85 MHz al filtro piezoeléctrico FL51, a la vez que presenta al mezclador una impedancia de terminación de 50Ω en todas las demás frecuencias.

8.2.2 Etapa de salida del receptor

La etapa de salida del receptor es un diseño de doble conversión. La selectividad de la IF alta la proporciona FL51, un filtro piezoeléctrico de 44,85 MHz en modo fundamental de 4 polos con un ancho de banda mínimo de 3 dB de ±6,7 kHz, un ancho de banda máximo de 20 dB de 12,5 kHz, y una pérdida de inserción máxima de 3,5 dB. La salida se acopla a la etapa amplificadora de IF, Q51, mediante L53 y C93. Q51 proporciona 16 dB de ganancia y una figura de ruido de 1,8 dB. La corriente de operación CC es de 1 mA. La salida de Q51 es aplicada a la entrada del IFIC receptor U51. El diodo CR51 limita el nivel de RF máximo que se aplica al IFIC.

El IFIC es un sistema monolítico FM de frecuencia intermedia y bajo voltaje que incorpora un mezclador/oscilador, dos amplificadores limitadores de IF, detector de cuadratura, indicador logarítmico de intensidad de la señal recibida (RSSI), regulador de voltaje y audio, y amplificadores operacionales de RSSI. La segunda frecuencia de LO, 44,395 MHz, es determinada por Y51. El segundo mezclador convierte la frecuencia intermedia alta (IF) de 44,85 MHz a 455 kHz.

Dos filtros cerámicos, FL52 (entre el segundo mezclador y el amplificador de IF) y FL53 o FL54 (entre el amplificador de IF y la entrada del limitador) proporcionan una selectividad de IF adicional. El filtro más ancho FL53 se usa para separaciones entre canales de 20/25 kHz, y el filtro más estrecho para canales de 12,5 kHz. Cuando la línea BW_SEL está a nivel alto, los dos diodos superiores en los paquetes D51 y D52 están polarizados en directa y seleccionan FL53 para canales de 20/25 kHz. Cuando la línea BW_SEL está a nivel bajo, los dos diodos inferiores en los paquetes D51 y D52 están polarizados en directa y seleccionan FL54 para canales de 12,5 kHz.

Los filtros cerámicos tienen las siguientes especificaciones:

	FL52	**FL53**	**FL54**
Número de elementos:	4	6	6
Pérdida de inserción:	4 dB	4 dB	4 dB
Ancho de banda de 6 dB:	15 kHz	15 kHz	9 kHz
Ancho de banda de 50 dB:	30 kHz	30 kHz	22 kHz
Rechazo de supresión de banda:	27 dB	47 dB	47 dB

El resonador cerámico Y70 proporciona la característica de fase frente a frecuencia requerida por el detector de cuadratura, con un desplazamiento de fase de 90 grados en 455 kHz. El búfer Q70 proporciona una menor impedancia de excitación del limitador al resonador, lo cual mejora la forma de onda de IF y baja la distorsión de la señal de audio recuperada. El nivel de audio recuperado en la salida DEMOD es de 120 mV eficaces (para canales de 25 kHz con desviación de 3 kHz) o 60 mV eficaces (para canales de 12,5 kHz con desviación de 1,5 kHz). Una salida de RSSI adicional proporciona un nivel de voltaje CC que es proporcional al nivel de señal de RF. Este voltaje se mide mediante el convertidor A/D interno del microprocesador (PE4_AN4, pin 63 de U401).

8.3 Transmisor de UHF

El transmisor de UHF cubre el rango de 403-440 MHz. Algunos modelos permiten seleccionar la potencia de salida del transmisor canal por canal (alta potencia [4 vatios] y baja potencia [1 vatio]) o viene prefijada en fábrica en 2 vatios. El transmisor está dividido en cuatro bloques principales, según se muestra en la Figura 8–2.

- Amplificador de potencia
- Filtro de armónicas
- Red adaptadora de antena
- Control de potencia.

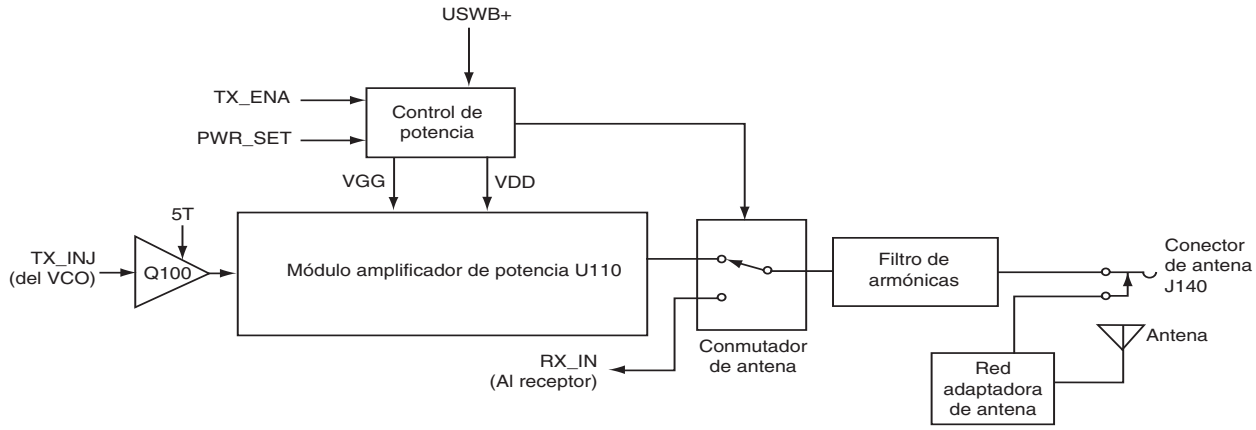

Figura 8–2. Diagrama de bloques del transmisor de UHF

8.3.1 Amplificador de potencia del transmisor

El amplificador de potencia del transmisor tiene tres etapas de amplificación. La primera etapa, Q100, opera en modo clase A a partir de la fuente 5T. Proporciona 17 dB de ganancia y una salida de 50 mW. El consumo de corriente es generalmente de 35 mA. Los componentes C105-C107 y L103 acoplan la salida de Q100 con la entrada de 50Ω del módulo U110.

U110 es un módulo amplificador de potencia MOSFET de silicio de dos etapas. El voltaje de sumidero se obtiene de UNSW B+ tras encaminarse a través de la resistencia sensora de corriente R150 en el circuito de control de potencia. La potencia de salida del módulo se controla variando la polarización de compuerta CC en el pin 2 de U110 (VGG).

8.3.2 Conmutador de antena

El conmutador de antena se compone de dos diodos Pin: D120 y D121. En el modo de recepción, ambos diodos permanecen apagados. Las señales aplicadas a la antena o al conector hembra J140 se encaminan por el filtro de armónicas, pasan a través de la red C122-C124 y L121, y llegan a la entrada del receptor. En el modo de transmisión, Q170 está activado y TXB+ está presente, lo cual polariza en directa ambos diodos y los mismos se ponen a conducir. La corriente de diodo es de 20 mA, fijada por R120-R121. La señal de RF del transmisor proveniente de U110 se encamina a

través de D120, pasa por el filtro de armónicas y llega al conector hembra de la antena. D121 se pone a conducir, lo cual produce una derivación de la potencia de RF que impide que llegue al receptor. L121 se selecciona para que aparezca como de un cuarto de onda en UHF, a fin de que la baja impedancia de D121 parezca una alta impedancia en la unión de D120 y la entrada del filtro de armónicas. Esto proporciona un divisor de baja impedancia paralelo y alta impedancia serie entre la salida del amplificador de potencia y la entrada del receptor.

8.3.3 Filtro de armónicas

El filtro de armónicas está formado por los componentes C122 (UHF rango 1), C136 y L130-L132. El filtro de armónicas tiene una configuración pasabajos Chebychev de siete polos optimizada para proporcionar bajas pérdidas de inserción, con una frecuencia de 3 dB de aproximadamente 600 MHz y generalmente con una pérdida de inserción menor que 0,8 dB en la banda pasante.

8.3.4 Red adaptadora de antena

El filtro de armónicas presenta una impedancia de 50Ω en el conector hembra de antena J140. Una red adaptadora de impedancias, compuesta de C140-C141 y L140, se emplea para adaptar la impedancia de antena con la del filtro de armónicas. Así se optimiza el desempeño del transmisor y el receptor frente a la impedancia presentada por la antena, lo cual mejora considerablemente la eficiencia de la antena.

8.3.5 Control de potencia

El circuito de control de potencia es un amplificador acoplado en CC en cuya salida se genera el voltaje de polarización de compuerta CC (VGG) que va a las dos etapas del amplificador de potencia de RF, U110.

La potencia de salida del transmisor se cambia variando el ajuste de potencia del convertidor digital-analógico (DAC) contenido en el CI ASFICcmp (DACG, pin 6 de U451). Este voltaje PWR_SET se aplica al pin 3 de U150.

La etapa de U150-2 compara la caída de voltaje entre los terminales de la resistencia sensora de corriente R150 con la caída entre los terminales de la resistencia R151, producida por el flujo de corriente a través de Q150, y ajusta su salida (pin 7) con el objeto de mantener iguales los voltajes de los pines 5 y 6. De esta manera, el flujo de corriente a través de Q150 y, en consecuencia, su voltaje de emisor, son proporcionales al consumo de corriente de la etapa de U110, que a su vez es proporcional a la potencia de salida del transmisor. El voltaje de emisor de Q150 se aplica al pin 2 de U150, donde se compara con el voltaje de ajuste de potencia PWR_SET en el pin 3.

La salida del pin 1 de U150 se divide mediante R110 y R111, y se aplica como voltaje de compuerta al amplificador de potencia U110. Al variar este voltaje de compuerta cuando sea necesario para mantener iguales los voltajes en los pines 2 y 3 de U150, la potencia permanece en el nivel deseado. Una corriente final excesiva, por ejemplo, la producida por una desadaptación de la impedancia de antena, produce una disminución del voltaje en el pin 6 de U150, un aumento del voltaje en el pin 2, y una disminución del voltaje en el pin 1 y del voltaje de compuerta VGG. Esto impide que se dañe la etapa final debido a una corriente excesiva.

8.4 Circuitería de generación de frecuencia de UHF

El sistema de generación de frecuencia, mostrado en la Figura 8–3, se compone de dos bloques circuitales: el CI U201 del sintetizador Fractional-N, y el CI U251 del búfer/VCO y la circuitería asociada. La Figura 8–4 muestra la circuitería de apoyo e interconexión de periféricos usada en el bloque del sintetizador, y la Figura 8–5 detalla la circuitería interna del VCOBIC y sus interconexiones con los componentes vecinos. Consulte el esquema eléctrico para identificar las designaciones de referencia.

El sintetizador Fractional-N se alimenta mediante 5 V y 3 V regulados, suministrados por U310 y U330, respectivamente. Los 5 V se aplican a los pines 13 y 30 de U201, mientras que los 3 V se aplican a los pines 5, 20, 34 y 36. El sintetizador, a su vez, genera un voltaje de 4,5 V superfiltrados (VSF, pin 28) con el que alimenta a U251. Además del VCO, el sintetizador se conecta también con los circuitos lógicos y con el ASFICcmp. La programación del sintetizador se realiza a través de las líneas SPI_DATA_OUT, SPI_CLK y SYNTH_CS (selección de chip) del microprocesador (U409, pines 100, 1 y 47 respectivamente). Un nivel lógico alto (3V) en el pin 4 de U201 indica al microprocesador que el sintetizador está sincronizado.

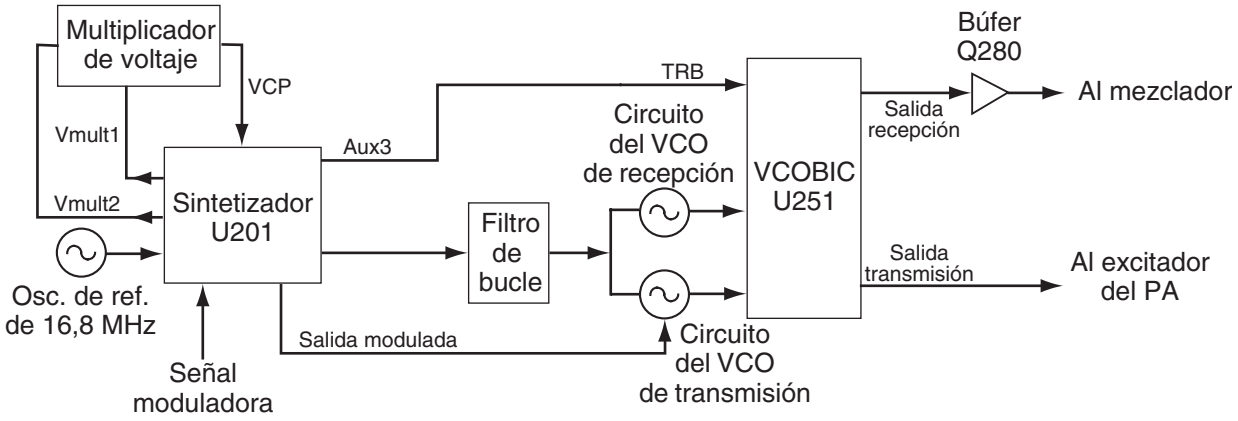

Figura 8–3. Diagrama de bloques de la unidad de generación de frecuencia de UHF

La modulación de transmisión proveniente del ASFICcmp (pin 40 de U451) se aplica al pin 10 de U201 (MOD_IN). Un atenuador electrónico en el ASFICcmp ajusta la desviación global del transmisor mediante una variación en el nivel de audio aplicado al CI sintetizador. Internamente, el audio se digitaliza mediante el sintetizador Fractional-N y se aplica al divisor de bucle para proporcionar la modulación de puerto de baja. Asimismo, el audio se encamina a través de un atenuador interno a fin de equilibrar la modulación en el puerto de baja y en el puerto de alta, y de reducir la desviación en 6 dB para los canales de 12,5 kHz, y está disponible en el pin 41 de U201 (VCO_MOD). Esta señal de audio se encamina al modulador del VCO.

8.4.1 Sintetizador Fractional-N

El sintetizador Fractional-N, mostrado en la Figura 8–4, usa un cristal de 16,8 MHz (Y201) para generar la frecuencia de referencia del sistema. Los componentes externos C201-C203, R202 y D201 también forman parte del circuito oscilador con compensación de temperatura. El voltaje CC aplicado al varactor D201 proveniente del pin 25 de U201 lo determina un algoritmo de compensación de temperatura dentro de U201, y es específico para cada cristal Y201, con base en el código único asignado al cristal, que identifica sus características de temperatura. La estabilidad es mejor que 2,5 ppm dentro del rango de temperaturas de -30 a 60 °C. El ajuste electrónico de frecuencia programable por software se logra mediante un DAC interno que proporciona un voltaje de ajuste de frecuencia, del pin 25 de U201 al varactor D201.

El CI sintetizador U201 sigue dividiendo la señal de 16,8 MHz hasta 2,1 MHz, 2,225 MHz o 2,4 MHz para usarla como frecuencia de referencia. También proporciona una señal reforzada de 16,8 MHz en el pin 19 de U201 para uso con el ASFICcmp.

Para lograr una sincronización rápida del sintetizador, una bomba de carga de adaptación interna proporciona una corriente más alta en el pin 45 de U201 para forzar rápidamente al sintetizador hacia su rango de sincronización. Seguidamente, se sincroniza la frecuencia requerida mediante la bomba de carga en modo normal en el pin 43. Un filtro de bucle (C243-C245 y R243-R245) elimina el ruido y los picos del voltaje de mando aplicado a los varactores del VCO, con un filtraje adicional ubicado en el circuito del VCO.

Tanto la bomba de carga normal como la bomba de carga de adaptación reciben la alimentación del multiplicador de voltaje capacitivo, constituido por C221-C224 y D220-D221. Dos ondas cuadradas de 3 V provenientes de los pines 14-15 de U201 proporcionan las señales de excitación para el multiplicador de voltaje, que genera 12,1 V en el pin 47 de U201. Este voltaje es filtrado por C225-C228.

Una de las salidas auxiliares del CI sintetizador (AUX3, pin 2 de U201) proporciona la señal TRB que determina el modo de operación del VCO, ya sea de recepción o de transmisión.

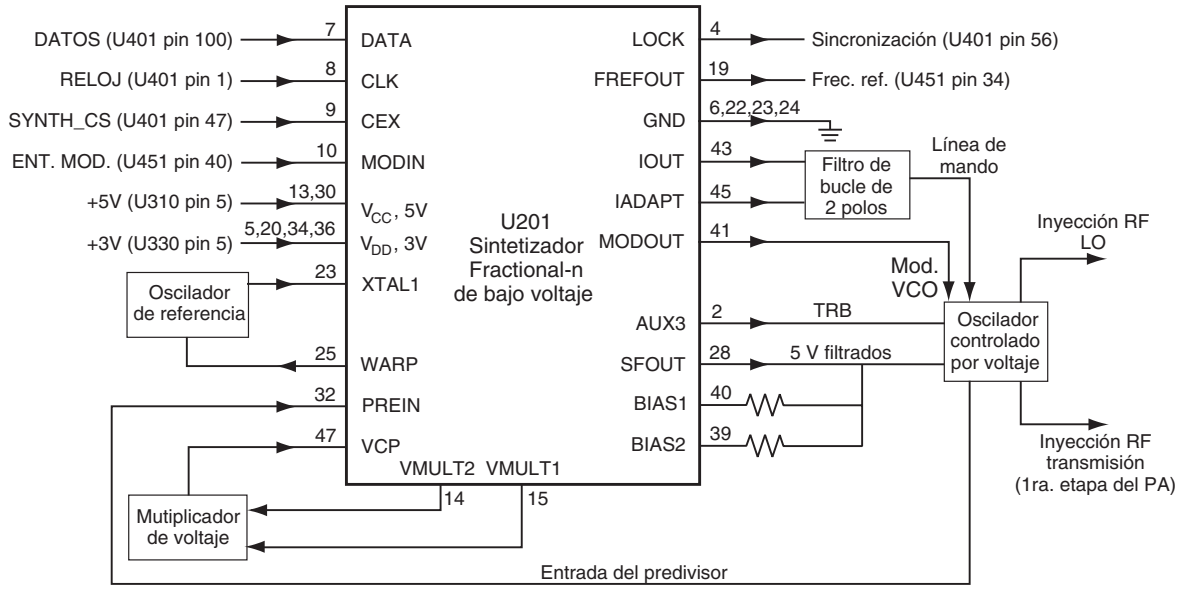

Figura 8–4. Diagrama de bloques del sintetizador de UHF

8.4.2 Oscilador controlado por voltaje (VCO)

El VCOBIC (U251), mostrado en la Figura 8–5, junto con el sintetizador Fractional-N (U201) generan RF tanto en el modo de operación de recepción como en el de transmisión. La línea TRB (pin 19 de U251) determina cuál oscilador y cuál búfer se habilitan. Una muestra de la señal de RF del oscilador habilitado se encamina desde el pin 12 de U251 a través de un filtro pasabajos, hasta la entrada del predivisor del CI sintetizador (pin 32 de U201). Tras la comparación de frecuencias en el sintetizador, el voltaje de control CC resultante se emplea para gobernar la frecuencia del VCO. Cuando el PLL está sincronizado en frecuencia, este voltaje puede variar entre 3,5 V y 10 V. L251 y C252 atenúan aún más el ruido y los picos en el voltaje de la línea de mando.

En el modo de recepción, la línea TRB (pin 19 de U251) está a nivel bajo. Esto activa el VCO de recepción y el búfer de recepción de U251, el cual opera dentro del rango de 358,15 a 395,15 MHz. La frecuencia del VCO está determinada por C253-C257, por el varactor D251 y por el inductor L254 del circuito "Tank". La señal de RF reforzada del pin 8 de U251 se amplifica aún más mediante Q280 y se aplica como RX_INJ al filtro de inyección pasabajos en el circuito de la etapa de entrada del receptor.

En el modo de transmisión, U251-19 es llevado a nivel alto por el pin 2 de U201, que habilita el búfer y el VCO de transmisión. La señal de RF de 403-440 MHz proveniente del pin 10 de U251 se aplica como TX_INJ a la entrada del circuito de transmisión a través de la red adaptadora compuesta de C290-C291 y L291. La frecuencia del VCO de transmisión está determinada por L264, C263-C267 y

el varactor D261. La modulación de audio del puerto de alta proveniente del CI sintetizador se aplica como VCO_MOD al varactor D262, el cual modula el VCO de transmisión.

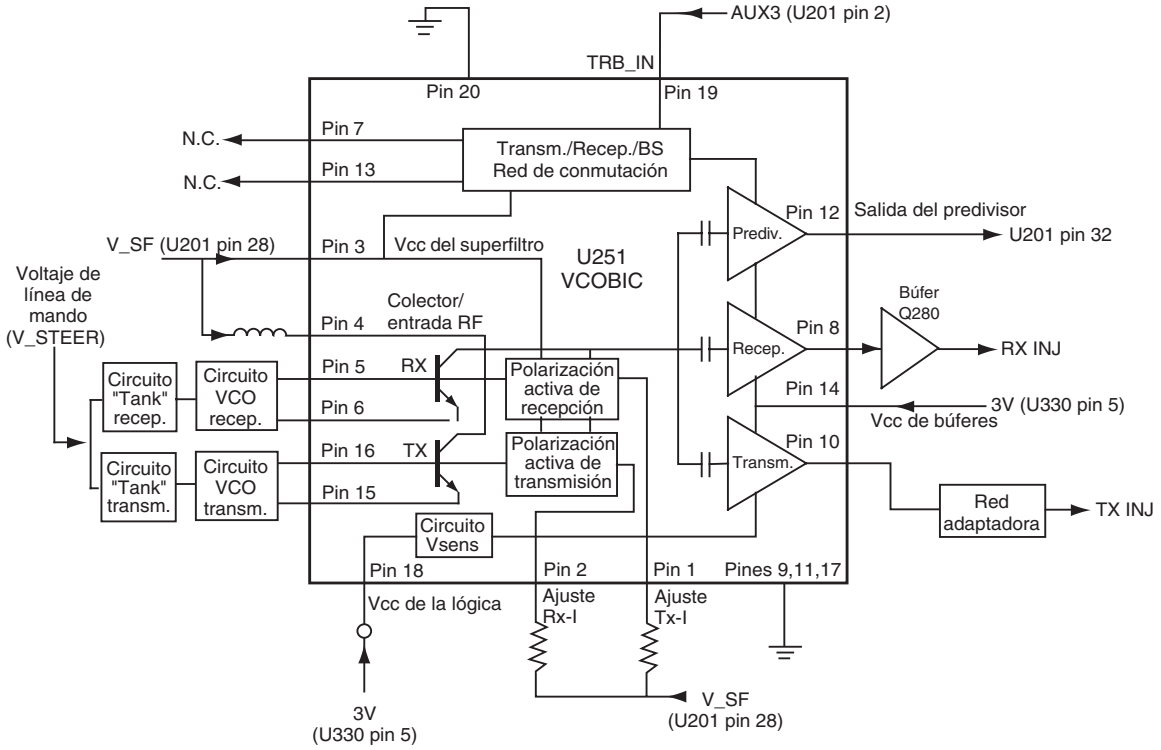

Figura 8–5. Diagrama de bloques del VCO de UHF

8.5 Teclado

El diagrama de bloques del teclado se ilustra en la Figura 8–6. Al presionar una tecla se producen dos voltajes diferentes: KEYPAD_ROW y KEYPAD_COL. Estos voltajes son enviados directamente al microprocesador del radio ubicado en la tarjeta principal. El microprocesador interpreta el voltaje proveniente de KEYPAD_ROW y KEYPAD_COL cada vez que se presiona una tecla.

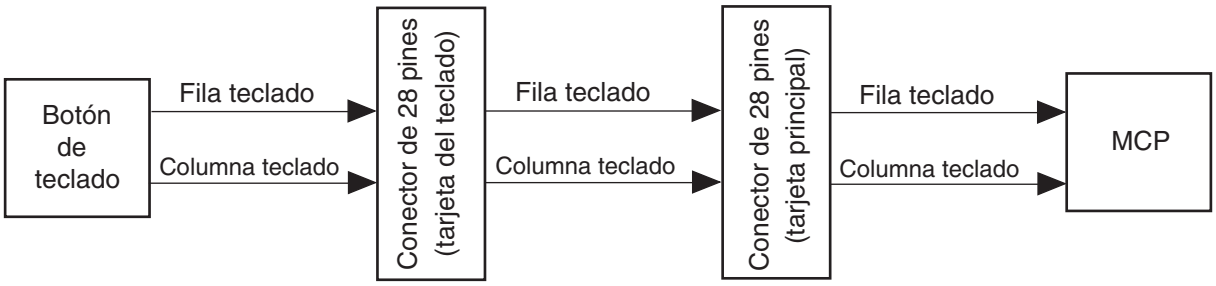

Figura 8–6. Diagrama de bloques del teclado

Notas:

Capítulo 9 Descripción de funcionamiento del radio UHF de 438-470 MHz

9.1 Introducción

En este capítulo se presenta una descripción detallada del funcionamiento de los componentes del radio. Los esquemas eléctricos de los circuitos descritos en los siguientes párrafos se encuentran en el Capítulo 13 de este manual.

9.2 Receptor de UHF

El receptor de UHF cubre el rango de 438-470 MHz y permite cambiar el ancho de banda de IF para usarlo en sistemas con separaciones entre canales de 20/25/30 kHz y de 12,5 kHz. El receptor está dividido en dos bloques principales, según se muestra en la Figura 9–1.

- Etapa de entrada
- Etapa de salida

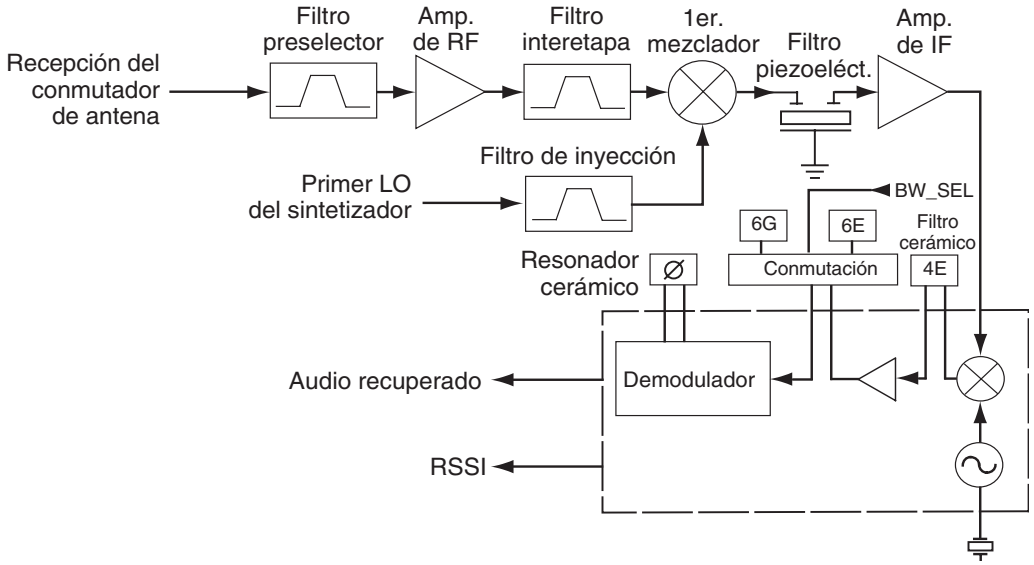

Figura 9–1. Diagrama de bloques del receptor de UHF

9.2.1 Etapa de entrada del receptor

Las señales RF entrantes procedentes de la antena se encaminan primero a través del filtro de armónicas y del conmutador de antena, parte de la circuitería del transmisor, antes de aplicarse a la etapa de entrada del receptor. La etapa de entrada del receptor se compone de un filtro preselector, un amplificador de RF, un filtro interetapa y un primer mezclador simétrico doble.

El filtro preselector es un filtro Butterworth de 3 polos de ajuste fijo, compuesto de elementos discretos (L1-L3, C1-C10, C12 y C523) en configuración de resonador paralelo. Tiene un ancho de banda de 3 dB de 68 MHz centrado en 460 MHz, una pérdida de inserción de 2 dB y una atenuación de imagen de 35 dB a 380 MHz. El diodo CR1 protege el amplificador de RF limitando los niveles excesivos de RF. El ancho de banda del filtro es considerablemente más ancho que la banda de recepción, para lograr alojar la baja pérdida de inserción en un dispositivo de tamaño compacto. C523 proporciona un cero de transmisión para mejorar la atenuación de imagen.

La salida del filtro se acopla a la base del amplificador de RF Q21, la cual brinda una ganancia de 18 dB y una figura de ruido de 4 dB. Se emplea un dispositivo BFS505 para lograr una alta ganancia, una baja figura de ruido y una baja corriente de operación. El voltaje de operación se obtiene de la

fuente 5R, que se apaga durante la transmisión para reducir la disipación en Q21. El espejo de corriente Q22 mantiene constante la corriente de operación de Q21 en 8 mA independientemente de las variaciones de componentes y de temperatura, a fin de proporcionar un rango dinámico y una figura de ruido óptimos.

La salida del amplificador de RF se aplica al filtro interetapa, un diseño de resonador Butterworth de acoplamiento paralelo de cuatro polos y ajuste fijo, con un ancho de banda de 3 dB de 68 MHz centrado en 462 MHz, y una pérdida de inserción de 3 dB. Este filtro brinda un rechazo de imagen de 48 dB a 380 MHz, asistido por un cero de transmisión a 300 MHz, implementado mediante C524 por las razones antes mencionadas.

La salida del filtro interetapa se conecta al mezclador simétrico doble pasivo, compuesto por T41, T42, y CR41. Este mezclador presenta una pérdida de conversión de 7,2 dB. La inyección en el lado de baja frecuencia proveniente del sintetizador de frecuencias se filtra mediante L40-L41 y C41-C45 para eliminar la energía de la segunda armónica que podría degradar la eficacia del rechazo de espurias en la mitad de la frecuencia intermedia. El filtro de inyección tiene un ancho de banda de 3 dB de 100 MHz centrado en 408 MHz, y una pérdida de inserción de 2 dB. El rechazo de segunda armónica es normalmente de 40 dB o mayor. La señal de inyección filtrada se aplica a T42 a un nivel de +6 dBm.

La salida del mezclador se aplica a una red diplexora (L51-L52, C51, R51) que acopla la señal de IF de 44,85 MHz al filtro piezoeléctrico FL51, a la vez que presenta al mezclador una impedancia de terminación de 50Ω en todas las demás frecuencias.

9.2.2 Etapa de salida del receptor

La etapa de salida del receptor es un diseño de doble conversión. La selectividad de la IF alta la proporciona FL51, un filtro piezoeléctrico de 44,85 MHz en modo fundamental de 4 polos con un ancho de banda mínimo de 3 dB de ±6,7 kHz, un ancho de banda máximo de 20 dB de 12,5 kHz, y una pérdida de inserción máxima de 3,5 dB. La salida se acopla a la etapa amplificadora de IF, Q51, mediante L53 y C93. Q51 proporciona 16 dB de ganancia y una figura de ruido de 1,8 dB. La corriente de operación CC es de 1 mA. La salida de Q51 es aplicada a la entrada del IFIC receptor U51. El diodo CR51 limita el nivel de RF máximo que se aplica al IFIC.

El IFIC es un sistema monolítico FM de frecuencia intermedia y bajo voltaje que incorpora un mezclador/oscilador, dos amplificadores limitadores de IF, detector de cuadratura, indicador logarítmico de intensidad de la señal recibida (RSSI), regulador de voltaje y audio, y amplificadores operacionales de RSSI. La segunda frecuencia de LO, 44,395 MHz, es determinada por Y51. El segundo mezclador convierte la frecuencia intermedia alta (IF) de 44,85 MHz a 455 kHz.

Dos filtros cerámicos, FL52 (entre el segundo mezclador y el amplificador de IF) y FL53 o FL54 (entre el amplificador de IF y la entrada del limitador) proporcionan una selectividad de IF adicional. El filtro más ancho FL53 se usa para separaciones entre canales de 20/25 kHz, y el filtro más estrecho para canales de 12,5 kHz. Cuando la línea BW_SEL está a nivel alto, los dos diodos superiores en los paquetes D51 y D52 están polarizados en directa y seleccionan FL53 para canales de 20/25 kHz. Cuando la línea BW_SEL está a nivel bajo, los dos diodos inferiores en los paquetes D51 y D52 están polarizados en directa y seleccionan FL54 para canales de 12,5 kHz.

Los filtros cerámicos tienen las siguientes especificaciones:

	FL52	**FL53**	**FL54**
Número de elementos:	4	6	6
Pérdida de inserción:	4 dB	4 dB	4 dB
Ancho de banda de 6 dB:	15 kHz	15 kHz	9 kHz
Ancho de banda de 50 dB:	30 kHz	30 kHz	22 kHz
Rechazo de supresión de banda:	27 dB	47 dB	47 dB

El resonador cerámico Y70 proporciona la característica de fase frente a frecuencia requerida por el detector de cuadratura, con un desplazamiento de fase de 90 grados en 455 kHz. El búfer Q70 proporciona una menor impedancia de excitación del limitador al resonador, lo cual mejora la forma de onda de IF y baja la distorsión de la señal de audio recuperada. El nivel de audio recuperado en la salida DEMOD es de 120 mV eficaces (para canales de 25 kHz con desviación de 3 kHz) o 60 mV eficaces (para canales de 12,5 kHz con desviación de 1,5 kHz). Una salida de RSSI adicional proporciona un nivel de voltaje CC que es proporcional al nivel de señal de RF. Este voltaje se mide mediante el convertidor A/D interno del microprocesador (PE4_AN4, pin 63 de U401).

9.3 Transmisor de UHF

El transmisor de UHF cubre el rango de 438-470 MHz. Algunos modelos permiten seleccionar la potencia de salida del transmisor canal por canal (alta potencia [4 vatios] y baja potencia [1 vatio]). El transmisor está dividido en cuatro bloques principales, según se muestra en la Figura 9–2.

- Amplificador de potencia
- Filtro de armónicas
- Red adaptadora de antena
- Control de potencia.

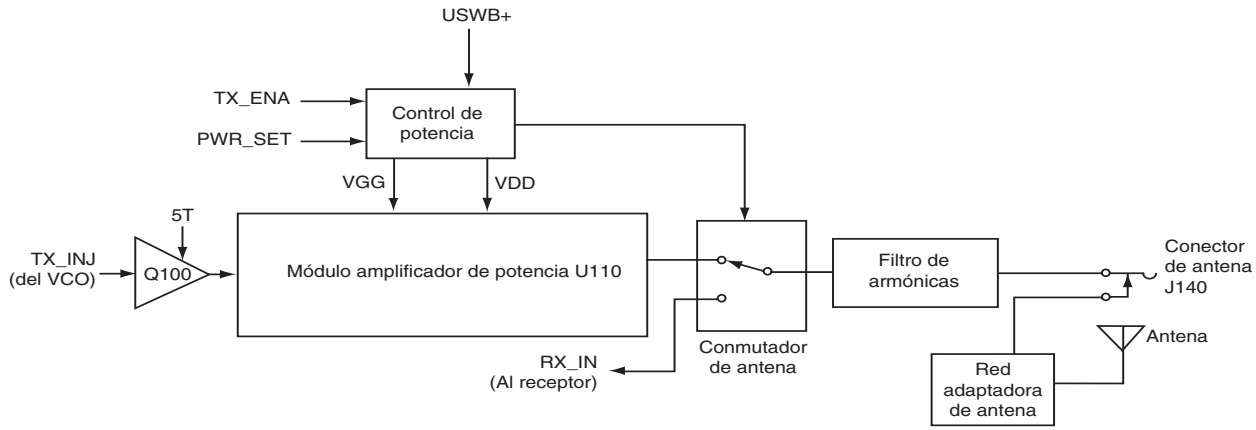

Figura 9–2. Diagrama de bloques del transmisor de UHF

9.3.1 Amplificador de potencia del transmisor

El amplificador de potencia del transmisor tiene tres etapas de amplificación. La primera etapa, Q100, opera en modo clase A a partir de la fuente 5T. Proporciona 17 dB de ganancia y una salida de 50 mW. El consumo de corriente es generalmente de 30 mA. Los componentes C105 y L103 acoplan la salida de Q100 con la entrada de 50Ω del módulo U110.

U110 es un módulo amplificador de potencia MOSFET de silicio de dos etapas. El voltaje de sumidero se obtiene de UNSW B+ tras encaminarse a través de la resistencia sensora de corriente R150 en el circuito de control de potencia. La potencia de salida del módulo se controla variando la polarización de compuerta CC en el pin 2 de U110 (VGG).

9.3.2 Conmutador de antena

El conmutador de antena se compone de dos diodos Pin: D120 y D121. En el modo de recepción, ambos diodos permanecen apagados. Las señales aplicadas a la antena o al conector hembra J140 se encaminan por el filtro de armónicas, pasan a través de la red C122-C124 y L121, y llegan a la entrada del receptor. En el modo de transmisión, Q170 está activado y TXB+ está presente, lo cual polariza en directa ambos diodos y los mismos se ponen a conducir. La corriente de diodo es de 20 mA, fijada por R120-R121. La señal de RF del transmisor proveniente de U110 se encamina a través de D120, pasa por el filtro de armónicas y llega al conector hembra de la antena. D121 se

pone a conducir, lo cual produce una derivación de la potencia de RF que impide que llegue al receptor. L121 se selecciona para que aparezca como de un cuarto de onda en UHF, a fin de que la baja impedancia de D121 parezca una alta impedancia en la unión de D120 y la entrada del filtro de armónicas. Esto proporciona un divisor de baja impedancia paralelo y alta impedancia serie entre la salida del amplificador de potencia y la entrada del receptor.

9.3.3 Filtro de armónicas

El filtro de armónicas está formado por los componentes C130-C136 y L130-L132. El filtro de armónicas tiene una configuración pasabajos Chebychev de siete polos optimizada para proporcionar bajas pérdidas de inserción, con una frecuencia de 3 dB de aproximadamente 600 MHz y generalmente con una pérdida de inserción menor que 0,8 dB en la banda pasante.

9.3.4 Red adaptadora de antena

El filtro de armónicas presenta una impedancia de 50Ω en el conector hembra de antena J140. Una red adaptadora de impedancias, compuesta de C140-C141 y L140, se emplea para adaptar la impedancia de antena con la del filtro de armónicas. Así se optimiza el desempeño del transmisor y el receptor frente a la impedancia presentada por la antena, lo cual mejora considerablemente la eficiencia de la antena.

9.3.5 Control de potencia

El circuito de control de potencia es un amplificador acoplado en CC en cuya salida se genera el voltaje de polarización de compuerta CC (VGG) que va a las dos etapas del amplificador de potencia de RF, U110.

La potencia de salida del transmisor se cambia variando el ajuste de potencia del convertidor digital-analógico (DAC) contenido en el CI ASFICcmp (DACG, pin 6 de U451). Este voltaje PWR_SET se aplica al pin 3 de U150.

La etapa de U150-2 compara la caída de voltaje entre los terminales de la resistencia sensora de corriente R150 con la caída entre los terminales de la resistencia R151, producida por el flujo de corriente a través de Q150, y ajusta su salida (pin 7) con el objeto de mantener iguales los voltajes de los pines 5 y 6. De esta manera, el flujo de corriente a través de Q150 y, en consecuencia, su voltaje de emisor, son proporcionales al consumo de corriente de la etapa de U110, que a su vez es proporcional a la potencia de salida del transmisor. El voltaje de emisor de Q150 se aplica al pin 2 de U150, donde se compara con el voltaje de ajuste de potencia PWR_SET en el pin 3.

La salida del pin 1 de U150 se divide mediante R110 y R111, y se aplica como voltaje de compuerta al amplificador de potencia U110. Al variar este voltaje de compuerta cuando sea necesario para mantener iguales los voltajes en los pines 2 y 3 de U150, la potencia permanece en el nivel deseado. Una corriente final excesiva, por ejemplo, la producida por una desadaptación de la impedancia de antena, produce una disminución del voltaje en el pin 6 de U150, un aumento del voltaje en el pin 2, y una disminución del voltaje en el pin 1 y del voltaje de compuerta VGG. Esto impide que se dañe la etapa final debido a una corriente excesiva.

9.4 Circuitería de generación de frecuencia de UHF

El sistema de generación de frecuencia, mostrado en la Figura 9–3, se compone de dos bloques circuitales: el CI U201 del sintetizador Fractional-N, y el CI U251 del búfer/VCO y la circuitería asociada. La Figura 9–4 muestra la circuitería de apoyo e interconexión de periféricos usada en el bloque del sintetizador, y la Figura 9–5 detalla la circuitería interna del VCOBIC y sus interconexiones con los componentes vecinos. Consulte el esquema eléctrico para identificar las designaciones de referencia.

El sintetizador Fractional-N se alimenta mediante 5 V y 3 V regulados, suministrados por U310 y U330, respectivamente. Los 5 V se aplican a los pines 13 y 30 de U201, mientras que los 3 V se

aplican a los pines 5, 20, 34 y 36. El sintetizador, a su vez, genera un voltaje de 4,5 V superfiltrados (VSF, pin 28) con el que alimenta a U251. Además del VCO, el sintetizador se conecta también con los circuitos lógicos y con el ASFICcmp. La programación del sintetizador se realiza a través de las líneas SPI_DATA_OUT, SPI_CLK y SYNTH_CS (selección de chip) del microprocesador (U409, pines 100, 1 y 47 respectivamente). Un nivel lógico alto (3 V) en el pin 4 de U201 indica al microprocesador que el sintetizador está sincronizado.

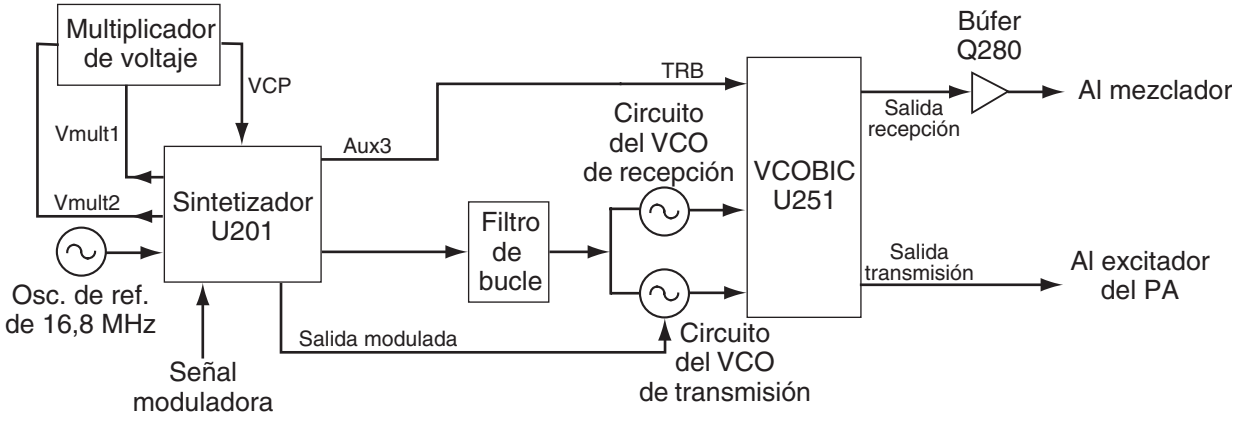

Figura 9–3. Diagrama de bloques de la unidad de generación de frecuencia de UHF

La modulación de transmisión proveniente del ASFICcmp (pin 40 de U451) se aplica al pin 10 de U201 (MOD_IN). Un atenuador electrónico en el ASFICcmp ajusta la desviación global del transmisor mediante una variación en el nivel de audio aplicado al CI sintetizador. Internamente, el audio se digitaliza mediante el sintetizador Fractional-N y se aplica al divisor de bucle para proporcionar la modulación de puerto de baja. Asimismo, el audio se encamina a través de un atenuador interno a fin de equilibrar la modulación en el puerto de baja y en el puerto de alta, y de reducir la desviación en 6 dB para los canales de 12,5 kHz, y está disponible en el pin 41 de U201 (VCO_MOD). Esta señal de audio se encamina al modulador del VCO.

9.4.1 Sintetizador Fractional-N

El sintetizador Fractional-N, mostrado en la Figura 9–4, usa un cristal de 16,8 MHz (Y201) para generar la frecuencia de referencia del sistema. Los componentes externos C201-C203, R202 y D201 también forman parte del circuito oscilador con compensación de temperatura. El voltaje CC aplicado al varactor D201 proveniente del pin 25 de U201 lo determina un algoritmo de compensación de temperatura dentro de U201, y es específico para cada cristal Y201, con base en el código único asignado al cristal, que identifica sus características de temperatura. La estabilidad es mejor que 2,5 ppm dentro del rango de temperaturas de -30 a 60 °C. El ajuste electrónico de frecuencia programable por software se logra mediante un DAC interno que proporciona un voltaje de ajuste de frecuencia, del pin 25 de U201 al varactor D201.

El CI sintetizador U201 sigue dividiendo la señal de 16,8 MHz hasta 2,1 MHz, 2,225 MHz o 2,4 MHz para usarla como frecuencia de referencia. También proporciona una señal reforzada de 16,8 MHz en el pin 19 de U201 para uso con el ASFICcmp.

Para lograr una sincronización rápida del sintetizador, una bomba de carga de adaptación interna proporciona una corriente más alta en el pin 45 de U201 para forzar rápidamente al sintetizador hacia su rango de sincronización. Seguidamente, se sincroniza la frecuencia requerida mediante la bomba de carga en modo normal en el pin 43. Un filtro de bucle (C243-C245 y R243-R245) elimina el ruido y los picos del voltaje de mando aplicado a los varactores del VCO, con un filtraje adicional ubicado en el circuito del VCO.

Tanto la bomba de carga normal como la bomba de carga de adaptación reciben la alimentación del multiplicador de voltaje capacitivo, constituido por C221-C224 y D220-D221. Dos ondas cuadradas de 3 V provenientes de los pines 14-15 de U201 proporcionan las señales de excitación para el multiplicador de voltaje, que genera 12,1 V en el pin 47 de U201. Este voltaje es filtrado por C225-C228.

Una de las salidas auxiliares del CI sintetizador (AUX3, pin 2 de U201) proporciona la señal TRB que determina el modo de operación del VCO, ya sea de recepción o de transmisión.

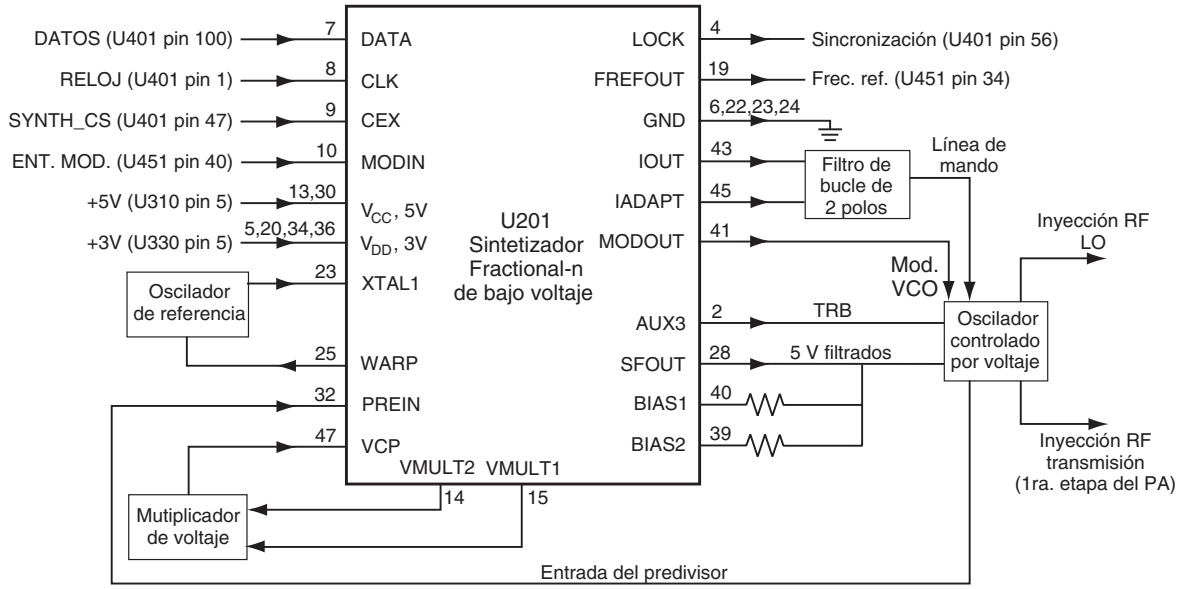

Figura 9–4. Diagrama de bloques del sintetizador de UHF

9.4.2 Oscilador controlado por voltaje (VCO)

El VCOBIC (U251), mostrado en la Figura 9–5, junto con el sintetizador Fractional-N (U201) generan RF tanto en el modo de operación de recepción como en el de transmisión. La línea TRB (pin 19 de U251) determina cuál oscilador y cuál búfer se habilitan. Una muestra de la señal de RF del oscilador habilitado se encamina desde el pin 12 de U251 a través de un filtro pasabajos, hasta la entrada del predivisor del CI sintetizador (pin 32 de U201). Tras la comparación de frecuencias en el sintetizador, el voltaje de control CC resultante se emplea para gobernar la frecuencia del VCO. Cuando el PLL está sincronizado en frecuencia, este voltaje puede variar entre 3,5 V y 10 V. L251 y C252 atenúan aún más el ruido y los picos en el voltaje de la línea de mando.

En el modo de recepción, la línea TRB (pin 19 de U251) está a nivel bajo. Esto activa el VCO de recepción y el búfer de recepción de U251, el cual opera dentro del rango de 393,15 a 425,15 MHz. La frecuencia del VCO está determinada por C253-C257, por el varactor D251 y por el inductor L254 del circuito "Tank". La señal de RF reforzada del pin 8 de U251 se amplifica aún más mediante Q280 y se aplica como RX_INJ al filtro de inyección pasabajos en el circuito de la etapa de entrada del receptor.

En el modo de transmisión, U251-19 es llevado a nivel alto por el pin 2 de U201, que habilita el búfer y el VCO de transmisión. La señal de RF de 438-470 MHz proveniente del pin 10 de U251 se aplica como TX_INJ a la entrada del circuito de transmisión a través de la red adaptadora compuesta de C290-C291 y L291. La frecuencia del VCO de transmisión está determinada por L264, C263-C267 y

el varactor D261. La modulación de audio del puerto de alta proveniente del CI sintetizador se aplica como VCO_MOD al varactor D262, el cual modula el VCO de transmisión.

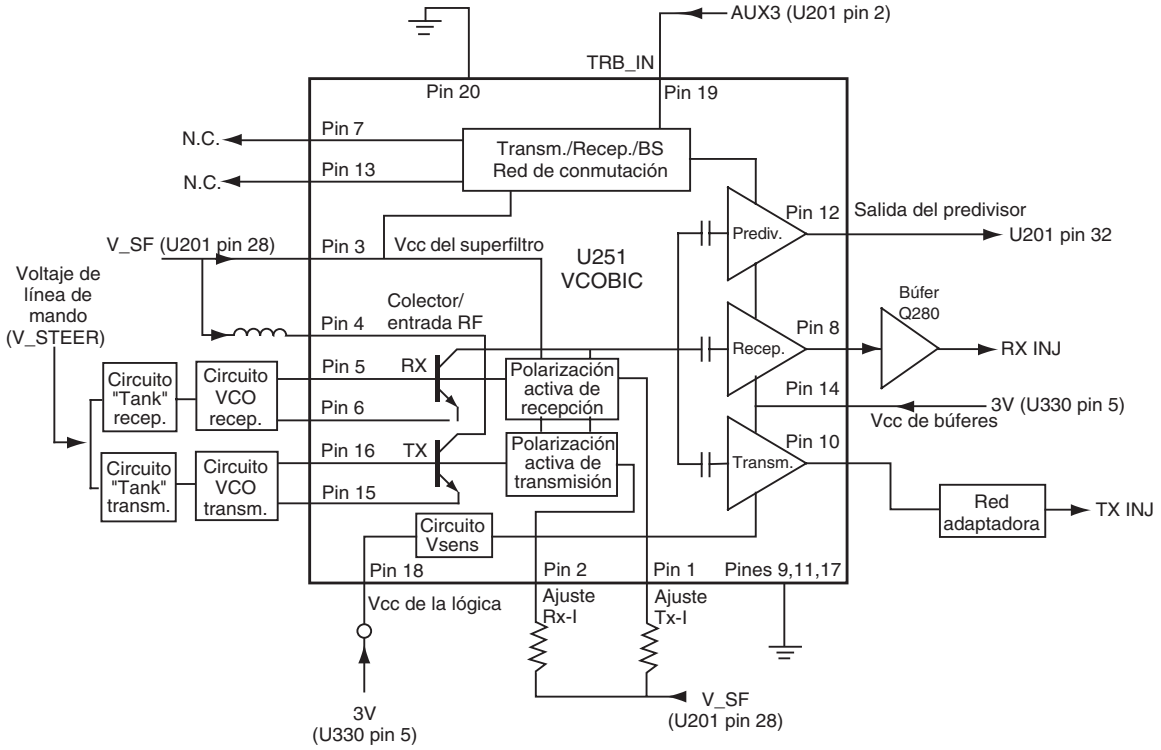

Figura 9–5. Diagrama de bloques del VCO de UHF

9.5 Teclado

El diagrama de bloques del teclado se ilustra en la Figura 9–6. Al presionar una tecla se producen dos voltajes diferentes: KEYPAD_ROW y KEYPAD_COL. Estos voltajes son enviados directamente al microprocesador del radio ubicado en la tarjeta principal. El microprocesador interpreta el voltaje proveniente de KEYPAD_ROW y KEYPAD_COL cada vez que se presiona una tecla.

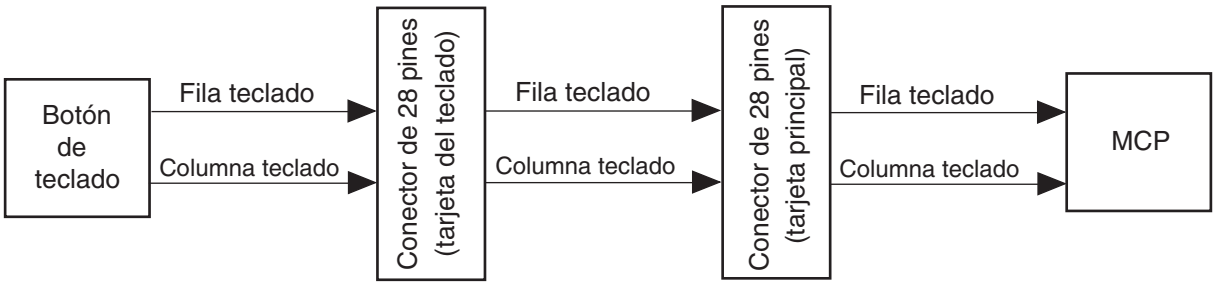

Figura 9–6. Diagrama de bloques del teclado

Notas:

Capítulo 10 Descripción de funcionamiento del radio UHF de 465-495 MHz

10.1 Introducción

En este capítulo se presenta una descripción detallada del funcionamiento de los componentes del radio. Los esquemas eléctricos de los circuitos descritos en los siguientes párrafos se encuentran en el Capítulo 13 de este manual.

10.2 Receptor de UHF

El receptor de UHF cubre el rango de 465-495 MHz y permite cambiar el ancho de banda de IF para usarlo en sistemas con separaciones entre canales de 20/25/30 kHz y de 12,5 kHz. El receptor está dividido en dos bloques principales, según se muestra en la Figura 10–1.

- Etapa de entrada
- Etapa de salida

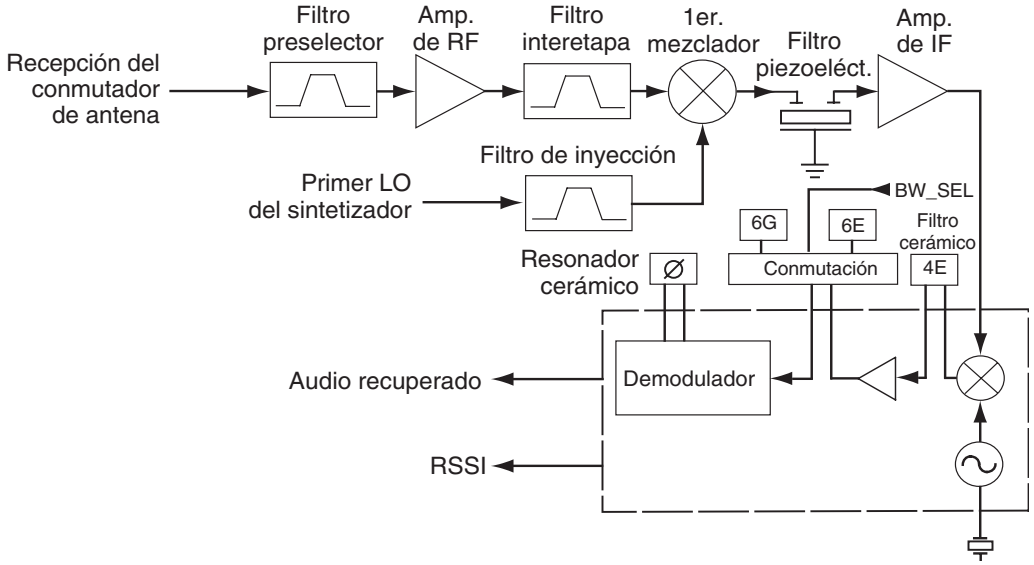

Figura 10–1. Diagrama de bloques del receptor de UHF

10.2.1 Etapa de entrada del receptor

Las señales RF entrantes procedentes de la antena se encaminan primero a través del filtro de armónicas y del conmutador de antena, parte de la circuitería del transmisor, antes de aplicarse a la etapa de entrada del receptor. La etapa de entrada del receptor se compone de un filtro preselector, un amplificador de RF, un filtro interetapa y un primer mezclador simétrico doble.

El filtro preselector es un filtro Butterworth de 3 polos de ajuste fijo, compuesto de elementos discretos (L1-L3, C1-C10, C12 y C523) en configuración de resonador paralelo. Tiene un ancho de banda de 3 dB de 68 MHz centrado en 480 MHz, una pérdida de inserción de 2 dB y una atenuación de imagen de 39 dB a 405,3 MHz. El diodo CR1 protege el amplificador de RF limitando los niveles excesivos de RF. El ancho de banda del filtro es considerablemente más ancho que la banda de recepción, para lograr alojar la baja pérdida de inserción en un dispositivo de tamaño compacto. C523 proporciona un cero de transmisión para mejorar la atenuación de imagen.

La salida del filtro se acopla a la base del amplificador de RF Q21, la cual brinda una ganancia de 18 dB y una figura de ruido de 3,3 dB. Se emplea un dispositivo BFS505 para lograr una alta

ganancia, una baja figura de ruido y una baja corriente de operación. El voltaje de operación se obtiene de la fuente 5R, que se apaga durante la transmisión para reducir la disipación en Q21. El espejo de corriente Q22 mantiene constante la corriente de operación de Q21 en 8 mA independientemente de las variaciones de componentes y de temperatura, a fin de proporcionar un rango dinámico y una figura de ruido óptimos.

La salida del amplificador de RF se aplica al filtro interetapa, un diseño de resonador Butterworth de acoplamiento paralelo de cuatro polos y ajuste fijo, con un ancho de banda de 3 dB de 68 MHz centrado en 480 MHz, y una pérdida de inserción de 3,3 dB. Este filtro brinda un rechazo de imagen de 55 dB a 405,3 MHz, asistido por un cero de transmisión a 300 MHz, implementado mediante C524 por las razones antes mencionadas.

La salida del filtro interetapa se conecta al mezclador simétrico doble pasivo, compuesto por T41, T42, y CR41. Este mezclador presenta una pérdida de conversión de 7,2 dB. La inyección en el lado de baja frecuencia proveniente del sintetizador de frecuencias se filtra mediante L40-L41 y C41-C45 para eliminar la energía de la segunda armónica que podría degradar la eficacia del rechazo de espurias en la mitad de la frecuencia intermedia. El filtro de inyección tiene un ancho de banda de 3 dB de 100 MHz centrado en 408 MHz, y una pérdida de inserción de 2,5 dB. El rechazo de segunda armónica es normalmente de 40 dB o mayor. La señal de inyección filtrada se aplica a T42 a un nivel de +6 dBm.

La salida del mezclador se aplica a una red diplexora (L51-L52, C51, R51) que acopla la señal de IF de 44,85 MHz al filtro piezoeléctrico FL51, a la vez que presenta al mezclador una impedancia de terminación de 50Ω en todas las demás frecuencias.

10.2.2 Etapa de salida del receptor

La etapa de salida del receptor es un diseño de doble conversión. La selectividad de la IF alta la proporciona FL51, un filtro piezoeléctrico de 44,85 MHz en modo fundamental de 4 polos con un ancho de banda mínimo de 3 dB de ±6,7 kHz, un ancho de banda máximo de 20 dB de 12,5 kHz, y una pérdida de inserción máxima de 3,5 dB. La salida se acopla a la etapa amplificadora de IF, Q51, mediante L53 y C93. Q51 proporciona 16 dB de ganancia y una figura de ruido de 1,8 dB. La corriente de operación CC es de 1 mA. La salida de Q51 es aplicada a la entrada del IFIC receptor U51. El diodo CR51 limita el nivel de RF máximo que se aplica al IFIC.

El IFIC es un sistema monolítico FM de frecuencia intermedia y bajo voltaje que incorpora un mezclador/oscilador, dos amplificadores limitadores de IF, detector de cuadratura, indicador logarítmico de intensidad de la señal recibida (RSSI), regulador de voltaje y audio, y amplificadores operacionales de RSSI. La segunda frecuencia de LO, 44,395 MHz, es determinada por Y51. El segundo mezclador convierte la frecuencia intermedia alta (IF) de 44,85 MHz a 455 kHz.

Dos filtros cerámicos, FL52 (entre el segundo mezclador y el amplificador de IF) y FL53 o FL54 (entre el amplificador de IF y la entrada del limitador) proporcionan una selectividad de IF adicional. El filtro más ancho FL53 se usa para separaciones entre canales de 20/25 kHz, y el filtro más estrecho para canales de 12,5 kHz. Cuando la línea BW_SEL está a nivel alto, los dos diodos superiores en los paquetes D51 y D52 están polarizados en directa y seleccionan FL53 para canales de 20/25 kHz. Cuando la línea BW_SEL está a nivel bajo, los dos diodos inferiores en los paquetes D51 y D52 están polarizados en directa y seleccionan FL54 para canales de 12,5 kHz.

Los filtros cerámicos tienen las siguientes especificaciones:

	FL52	**FL53**	**FL54**
Número de elementos:	4	6	6
Pérdida de inserción:	4 dB	4 dB	4 dB
Ancho de banda de 6 dB:	15 kHz	15 kHz	9 kHz
Ancho de banda de 50 dB:	30 kHz	30 kHz	22 kHz
Rechazo de supresión de banda:	27 dB	47 dB	47 dB

El resonador cerámico Y70 proporciona la característica de fase frente a frecuencia requerida por el detector de cuadratura, con un desplazamiento de fase de 90 grados en 455 kHz. El búfer Q70 proporciona una menor impedancia de excitación del limitador al resonador, lo cual mejora la forma de onda de IF y baja la distorsión de la señal de audio recuperada. El nivel de audio recuperado en la salida DEMOD es de 120 mV eficaces (para canales de 25 kHz con desviación de 3 kHz) o 60 mV eficaces (para canales de 12,5 kHz con desviación de 1,5 kHz). Una salida de RSSI adicional proporciona un nivel de voltaje CC que es proporcional al nivel de señal de RF. Este voltaje se mide mediante el convertidor A/D interno del microprocesador (PE4_AN4, pin 63 de U401).

10.3 Transmisor de UHF

El transmisor de UHF cubre el rango de 465-495 MHz. Algunos modelos permiten seleccionar la potencia de salida del transmisor canal por canal (alta potencia [4 vatios] y baja potencia [1 vatio]) o viene prefijada en fábrica en 2 vatios. El transmisor está dividido en cuatro bloques principales, según se muestra en la Figura 10–2.

- Amplificador de potencia
- Filtro de armónicas
- Red adaptadora de antena
- Control de potencia.

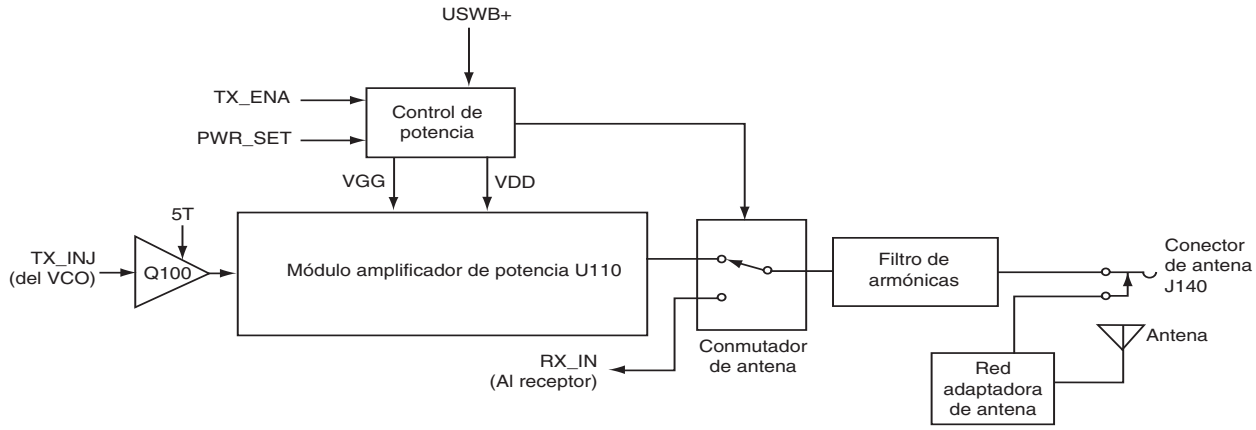

Figura 10–2. Diagrama de bloques del transmisor de UHF

10.3.1 Amplificador de potencia del transmisor

El amplificador de potencia del transmisor tiene tres etapas de amplificación. La primera etapa, Q100, opera en modo clase A a partir de la fuente 5T. Proporciona 17 dB de ganancia y una salida de 50 mW. El consumo de corriente es generalmente de 30 mA. Los componentes C105 y L103 acoplan la salida de Q100 con la entrada de 50Ω del módulo U110.

U110 es un módulo amplificador de potencia MOSFET de silicio de dos etapas. El voltaje de sumidero se obtiene de UNSW B+ tras encaminarse a través de la resistencia sensora de corriente R150 en el circuito de control de potencia. La potencia de salida del módulo se controla variando la polarización de compuerta CC en el pin 2 de U110 (VGG).

10.3.2 Conmutador de antena

El conmutador de antena se compone de dos diodos Pin: D120 y D121. En el modo de recepción, ambos diodos permanecen apagados. Las señales aplicadas a la antena o al conector hembra J140 se encaminan por el filtro de armónicas, pasan a través de la red C122-C124 y L121, y llegan a la entrada del receptor. En el modo de transmisión, Q170 está activado y TXB+ está presente, lo cual polariza en directa ambos diodos y los mismos se ponen a conducir. La corriente de diodo es de 20 mA, fijada por R120-R121. La señal de RF del transmisor proveniente de U110 se encamina a

través de D120, pasa por el filtro de armónicas y llega al conector hembra de la antena. D121 se pone a conducir, lo cual produce una derivación de la potencia de RF que impide que llegue al receptor. L121 se selecciona para que aparezca como de un cuarto de onda en UHF, a fin de que la baja impedancia de D121 parezca una alta impedancia en la unión de D120 y la entrada del filtro de armónicas. Esto proporciona un divisor de baja impedancia paralelo y alta impedancia serie entre la salida del amplificador de potencia y la entrada del receptor.

10.3.3 Filtro de armónicas

El filtro de armónicas está formado por los componentes C130-C136 y L130-L132. El filtro de armónicas tiene una configuración pasabajos Chebychev de siete polos optimizada para proporcionar bajas pérdidas de inserción, con una frecuencia de 3 dB de aproximadamente 655 MHz y generalmente con una pérdida de inserción menor que 0,8 dB en la banda pasante.

10.3.4 Red adaptadora de antena

El filtro de armónicas presenta una impedancia de 50Ω en el conector hembra de antena J140. Una red adaptadora de impedancias, compuesta de C140-C141 y L140, se emplea para adaptar la impedancia de antena con la del filtro de armónicas. Así se optimiza el desempeño del transmisor y el receptor frente a la impedancia presentada por la antena, lo cual mejora considerablemente la eficiencia de la antena.

10.3.5 Control de potencia

El circuito de control de potencia es un amplificador acoplado en CC en cuya salida se genera el voltaje de polarización de compuerta CC (VGG) que va a las dos etapas del amplificador de potencia de RF, U110.

La potencia de salida del transmisor se cambia variando el ajuste de potencia del convertidor digital-analógico (DAC) contenido en el CI ASFICcmp (DACG, pin 6 de U451). Este voltaje PWR_SET se aplica al pin 3 de U150.

La etapa de U150-2 compara la caída de voltaje entre los terminales de la resistencia sensora de corriente R150 con la caída entre los terminales de la resistencia R151, producida por el flujo de corriente a través de Q150, y ajusta su salida (pin 7) con el objeto de mantener iguales los voltajes de los pines 5 y 6. De esta manera, el flujo de corriente a través de Q150 y, en consecuencia, su voltaje de emisor, son proporcionales al consumo de corriente de la etapa de U110, que a su vez es proporcional a la potencia de salida del transmisor. El voltaje de emisor de Q150 se aplica al pin 2 de U150, donde se compara con el voltaje de ajuste de potencia PWR_SET en el pin 3.

La salida del pin 1 de U150 se divide mediante R110 y R111, y se aplica como voltaje de compuerta al amplificador de potencia U110. Al variar este voltaje de compuerta cuando sea necesario para mantener iguales los voltajes en los pines 2 y 3 de U150, la potencia permanece en el nivel deseado. Una corriente final excesiva, por ejemplo, la producida por una desadaptación de la impedancia de antena, produce una disminución del voltaje en el pin 6 de U150, un aumento del voltaje en el pin 2, y una disminución del voltaje en el pin 1 y del voltaje de compuerta VGG. Esto impide que se dañe la etapa final debido a una corriente excesiva.

10.4 Circuitería de generación de frecuencia de UHF

El sistema de generación de frecuencia, mostrado en la Figura 10–3, se compone de dos bloques circuitales: el CI U201 del sintetizador Fractional-N, y el CI U251 del búfer/VCO y la circuitería asociada. La Figura 10–4 muestra la circuitería de apoyo e interconexión de periféricos usada en el bloque del sintetizador, y la Figura 10–5 detalla la circuitería interna del VCOBIC y sus interconexiones con los componentes vecinos. Consulte el esquema eléctrico para identificar las designaciones de referencia.

El sintetizador Fractional-N se alimenta mediante 5 V y 3 V regulados, suministrados por U310 y U330, respectivamente. Los 5 V se aplican a los pines 13 y 30 de U201, mientras que los 3 V se aplican a los pines 5, 20, 34 y 36. El sintetizador, a su vez, genera un voltaje de 4,5 V superfiltrados (VSF, pin 28) con el que alimenta a U251. Además del VCO, el sintetizador se conecta también con los circuitos lógicos y con el ASFICcmp. La programación del sintetizador se realiza a través de las líneas SPI_DATA_OUT, SPI_CLK y SYNTH_CS (selección de chip) del microprocesador (U409, pines 100, 1 y 47 respectivamente). Un nivel lógico alto (3 V) en el pin 4 de U201 indica al microprocesador que el sintetizador está sincronizado.

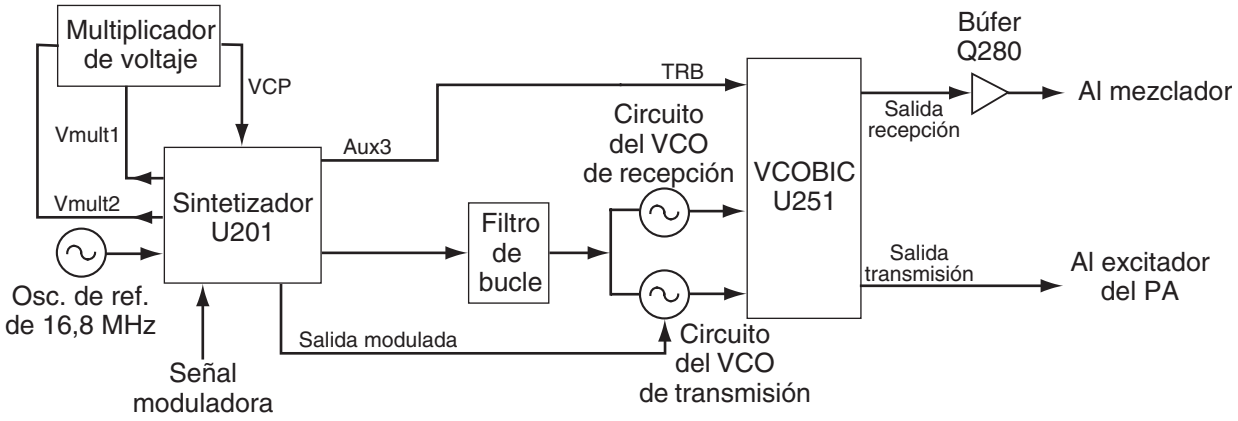

Figura 10–3. Diagrama de bloques de la unidad de generación de frecuencia de UHF

La modulación de transmisión proveniente del ASFICcmp (pin 40 de U451) se aplica al pin 10 de U201 (MOD_IN). Un atenuador electrónico en el ASFICcmp ajusta la desviación global del transmisor mediante una variación en el nivel de audio aplicado al CI sintetizador. Internamente, el audio se digitaliza mediante el sintetizador Fractional-N y se aplica al divisor de bucle para proporcionar la modulación de puerto de baja. Asimismo, el audio se encamina a través de un atenuador interno a fin de equilibrar la modulación en el puerto de baja y en el puerto de alta, y de reducir la desviación en 6 dB para los canales de 12,5 kHz, y está disponible en el pin 41 de U201 (VCO_MOD). Esta señal de audio se encamina al modulador del VCO.

10.4.1 Sintetizador Fractional-N

El sintetizador Fractional-N, mostrado en la Figura 10–4, usa un cristal de 16,8 MHz (Y201) para generar la frecuencia de referencia del sistema. Los componentes externos C201-C203, R202 y D201 también forman parte del circuito oscilador con compensación de temperatura. El voltaje CC aplicado al varactor D201 proveniente del pin 25 de U201 lo determina un algoritmo de compensación de temperatura dentro de U201, y es específico para cada cristal Y201, con base en el código único asignado al cristal, que identifica sus características de temperatura. La estabilidad es mejor que 2,5 ppm dentro del rango de temperaturas de -30 a 60 °C. El ajuste electrónico de frecuencia programable por software se logra mediante un DAC interno que proporciona un voltaje de ajuste de frecuencia, del pin 25 de U201 al varactor D201.

El CI sintetizador U201 sigue dividiendo la señal de 16,8 MHz hasta 2,1 MHz, 2,225 MHz o 2,4 MHz para usarla como frecuencia de referencia. También proporciona una señal reforzada de 16,8 MHz en el pin 19 de U201 para uso con el ASFICcmp.

Para lograr una sincronización rápida del sintetizador, una bomba de carga de adaptación interna proporciona una corriente más alta en el pin 45 de U201 para forzar rápidamente al sintetizador hacia su rango de sincronización. Seguidamente, se sincroniza la frecuencia requerida mediante la bomba de carga en modo normal en el pin 43. Un filtro de bucle (C243-C245 y R243-R245) elimina el ruido y los picos del voltaje de mando aplicado a los varactores del VCO, con un filtraje adicional ubicado en el circuito del VCO.

Tanto la bomba de carga normal como la bomba de carga de adaptación reciben la alimentación del multiplicador de voltaje capacitivo, constituido por C221-C224 y D220-D221. Dos ondas cuadradas de 3 V provenientes de los pines 14-15 de U201 proporcionan las señales de excitación para el multiplicador de voltaje, que genera 12,1 V en el pin 47 de U201. Este voltaje es filtrado por C225-C228.

Una de las salidas auxiliares del CI sintetizador (AUX3, pin 2 de U201) proporciona la señal TRB que determina el modo de operación del VCO, ya sea de recepción o de transmisión.

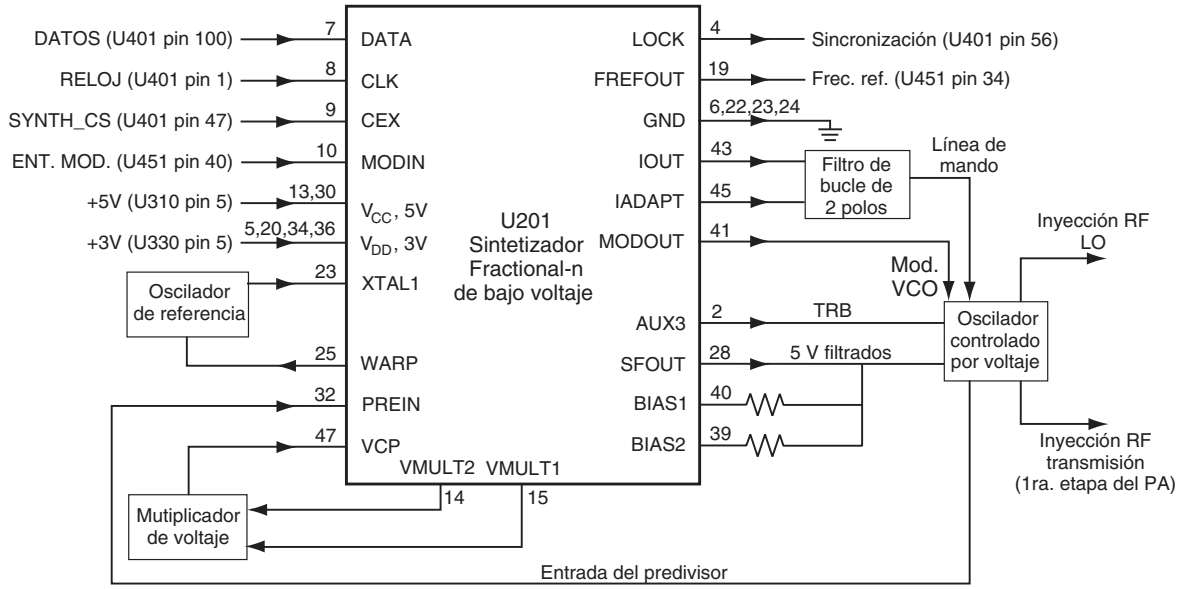

Figura 10–4. Diagrama de bloques del sintetizador de UHF

10.4.2 Oscilador controlado por voltaje (VCO)

El VCOBIC (U251), mostrado en la Figura 10–5, junto con el sintetizador Fractional-N (U201) generan RF tanto en el modo de operación de recepción como en el de transmisión. La línea TRB (pin 19 de U251) determina cuál oscilador y cuál búfer se habilitan. Una muestra de la señal de RF del oscilador habilitado se encamina desde el pin 12 de U251 a través de un filtro pasabajos, hasta la entrada del predivisor del CI sintetizador (pin 32 de U201). Tras la comparación de frecuencias en el sintetizador, el voltaje de control CC resultante se emplea para gobernar la frecuencia del VCO. Cuando el PLL está sincronizado en frecuencia, este voltaje puede variar entre 3,5 V y 10 V. L251 y C252 atenúan aún más el ruido y los picos en el voltaje de la línea de mando.

En el modo de recepción, la línea TRB (pin 19 de U251) está a nivel bajo. Esto activa el VCO de recepción y el búfer de recepción de U251, el cual opera dentro del rango de 420,15 a 450,15 MHz. La frecuencia del VCO está determinada por C253-C257, por el varactor D251 y por el inductor L254 del circuito "Tank". La señal de RF reforzada del pin 8 de U251 se amplifica aún más mediante Q280 y se aplica como RX_INJ al filtro de inyección pasabajos en el circuito de la etapa de entrada del receptor.

En el modo de transmisión, U251-19 es llevado a nivel alto por el pin 2 de U201, que habilita el búfer y el VCO de transmisión. La señal de RF de 465-495 MHz proveniente del pin 10 de U251 se aplica como TX_INJ a la entrada del circuito de transmisión a través de la red adaptadora compuesta de C290-C291 y L291. La frecuencia del VCO de transmisión está determinada por L264, C263-C267 y

el varactor D261. La modulación de audio del puerto de alta proveniente del CI sintetizador se aplica como VCO_MOD al varactor D262, el cual modula el VCO de transmisión.

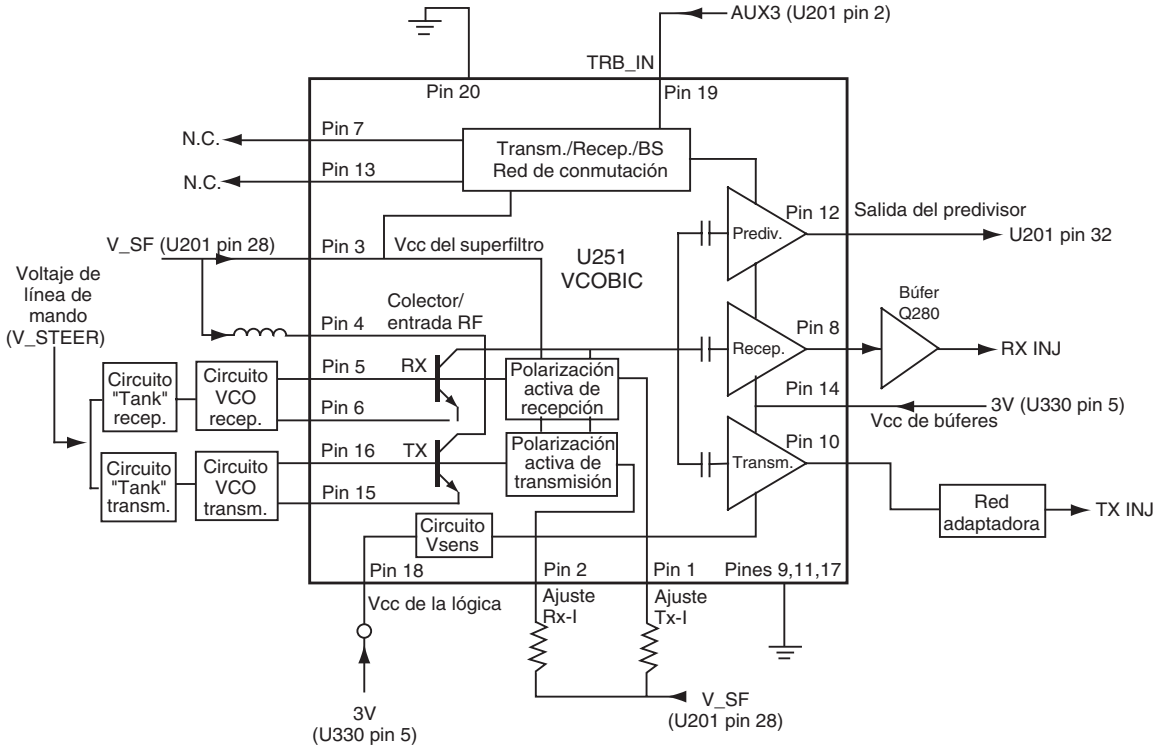

Figura 10–5. Diagrama de bloques del VCO de UHF

10.5 Teclado

El diagrama de bloques del teclado se ilustra en la Figura 10–6. Al presionar una tecla se producen dos voltajes diferentes: KEYPAD_ROW y KEYPAD_COL. Estos voltajes son enviados directamente al microprocesador del radio ubicado en la tarjeta principal. El microprocesador interpreta el voltaje proveniente de KEYPAD_ROW y KEYPAD_COL cada vez que se presiona una tecla.

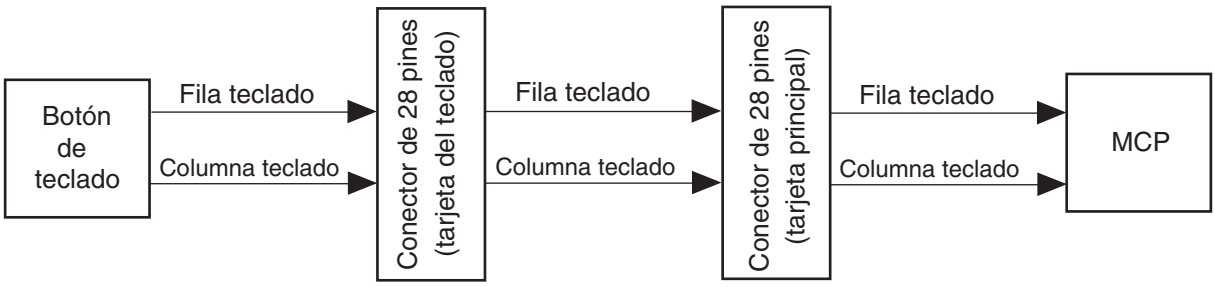

Figura 10–6. Diagrama de bloques del teclado

Notas:

Capítulo 11 Descripción de funcionamiento del radio UHF de 490-527 MHz

11.1 Introducción

En este capítulo se presenta una descripción detallada del funcionamiento de los componentes del radio. Los esquemas eléctricos de los circuitos descritos en los siguientes párrafos se encuentran en el Capítulo 13 de este manual.

11.2 Receptor de UHF

El receptor de UHF cubre el rango de 490-527 MHz y permite cambiar el ancho de banda de IF para usarlo en sistemas con separaciones entre canales de 20/25/30 kHz y de 12,5 kHz. El receptor está dividido en dos bloques principales, según se muestra en la Figura 11–1.

- Etapa de entrada
- Etapa de salida

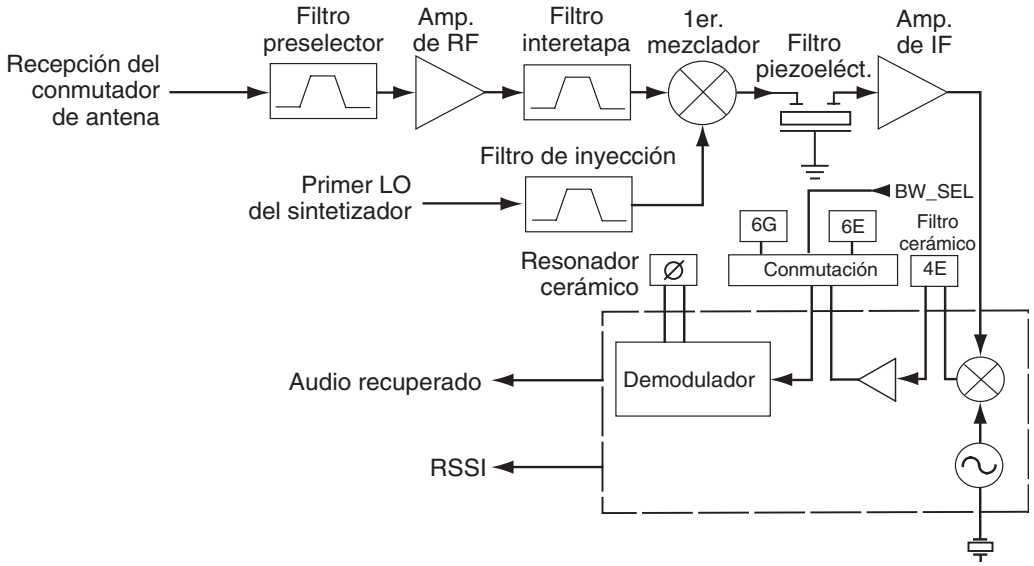

Figura 11–1. Diagrama de bloques del receptor de UHF

11.2.1 Etapa de entrada del receptor

Las señales RF entrantes procedentes de la antena se encaminan primero a través del filtro de armónicas y del conmutador de antena, parte de la circuitería del transmisor, antes de aplicarse a la etapa de entrada del receptor. La etapa de entrada del receptor se compone de un filtro preselector, un amplificador de RF, un filtro interetapa y un primer mezclador simétrico doble.

El filtro preselector es un filtro Butterworth de 3 polos de ajuste fijo, compuesto de elementos discretos (L1-L3, C1-C10, C12 y C523) en configuración de resonador paralelo. Tiene un ancho de banda de 3 dB de 68 MHz centrado en 480 MHz, una pérdida de inserción de 2 dB y una atenuación de imagen de 39 dB a 405,3 MHz. El diodo CR1 protege el amplificador de RF limitando los niveles excesivos de RF. El ancho de banda del filtro es considerablemente más ancho que la banda de recepción, para lograr alojar la baja pérdida de inserción en un dispositivo de tamaño compacto. C523 proporciona un cero de transmisión para mejorar la atenuación de imagen.

La salida del filtro se acopla a la base del amplificador de RF Q21, la cual brinda una ganancia de 18 dB y una figura de ruido de 3,3 dB. Se emplea un dispositivo BFS505 para lograr una alta

ganancia, una baja figura de ruido y una baja corriente de operación. El voltaje de operación se obtiene de la fuente 5R, que se apaga durante la transmisión para reducir la disipación en Q21. El espejo de corriente Q22 mantiene constante la corriente de operación de Q21 en 8 mA independientemente de las variaciones de componentes y de temperatura, a fin de proporcionar un rango dinámico y una figura de ruido óptimos.

La salida del amplificador de RF se aplica al filtro interetapa, un diseño de resonador Butterworth de acoplamiento paralelo de cuatro polos y ajuste fijo, con un ancho de banda de 3 dB de 68 MHz centrado en 480 MHz, y una pérdida de inserción de 3,3 dB. Este filtro brinda un rechazo de imagen de 55 dB a 405,3 MHz, asistido por un cero de transmisión a 300 MHz, implementado mediante C524 por las razones antes mencionadas.

La salida del filtro interetapa se conecta al mezclador simétrico doble pasivo, compuesto por T41, T42, y CR41. Este mezclador presenta una pérdida de conversión de 7,2 dB. La inyección en el lado de baja frecuencia proveniente del sintetizador de frecuencias se filtra mediante L40-L41 y C41-C45 para eliminar la energía de la segunda armónica que podría degradar la eficacia del rechazo de espurias en la mitad de la frecuencia intermedia. El filtro de inyección tiene un ancho de banda de 3 dB de 100 MHz centrado en 408 MHz, y una pérdida de inserción de 2,5 dB. El rechazo de segunda armónica es normalmente de 40 dB o mayor. La señal de inyección filtrada se aplica a T42 a un nivel de +6 dBm.

La salida del mezclador se aplica a una red diplexora (L51-L52, C51, R51) que acopla la señal de IF de 44,85 MHz al filtro piezoeléctrico FL51, a la vez que presenta al mezclador una impedancia de terminación de 50Ω en todas las demás frecuencias.

11.2.2 Etapa de salida del receptor

La etapa de salida del receptor es un diseño de doble conversión. La selectividad de la IF alta la proporciona FL51, un filtro piezoeléctrico de 44,85 MHz en modo fundamental de 4 polos con un ancho de banda mínimo de 3 dB de ±6,7 kHz, un ancho de banda máximo de 20 dB de 12,5 kHz, y una pérdida de inserción máxima de 3,5 dB. La salida se acopla a la etapa amplificadora de IF, Q51, mediante L53 y C93. Q51 proporciona 16 dB de ganancia y una figura de ruido de 1,8 dB. La corriente de operación CC es de 1 mA. La salida de Q51 es aplicada a la entrada del IFIC receptor U51. El diodo CR51 limita el nivel de RF máximo que se aplica al IFIC.

El IFIC es un sistema monolítico FM de frecuencia intermedia y bajo voltaje que incorpora un mezclador/oscilador, dos amplificadores limitadores de IF, detector de cuadratura, indicador logarítmico de intensidad de la señal recibida (RSSI), regulador de voltaje y audio, y amplificadores operacionales de RSSI. La segunda frecuencia de LO, 44,395 MHz, es determinada por Y51. El segundo mezclador convierte la frecuencia intermedia alta (IF) de 44,85 MHz a 455 kHz.

Dos filtros cerámicos, FL52 (entre el segundo mezclador y el amplificador de IF) y FL53 o FL54 (entre el amplificador de IF y la entrada del limitador) proporcionan una selectividad de IF adicional. El filtro más ancho FL53 se usa para separaciones entre canales de 20/25 kHz, y el filtro más estrecho para canales de 12,5 kHz. Cuando la línea BW_SEL está a nivel alto, los dos diodos superiores en los paquetes D51 y D52 están polarizados en directa y seleccionan FL53 para canales de 20/25 kHz. Cuando la línea BW_SEL está a nivel bajo, los dos diodos inferiores en los paquetes D51 y D52 están polarizados en directa y seleccionan FL54 para canales de 12,5 kHz.

Los filtros cerámicos tienen las siguientes especificaciones:

	FL52	**FL53**	**FL54**
Número de elementos:	4	6	6
Pérdida de inserción:	4 dB	4 dB	4 dB
Ancho de banda de 6 dB:	15 kHz	15 kHz	9 kHz
Ancho de banda de 50 dB:	30 kHz	30 kHz	22 kHz
Rechazo de supresión de banda:	27 dB	47 dB	47 dB

El resonador cerámico Y70 proporciona la característica de fase frente a frecuencia requerida por el detector de cuadratura, con un desplazamiento de fase de 90 grados en 455 kHz. El búfer Q70 proporciona una menor impedancia de excitación del limitador al resonador, lo cual mejora la forma de onda de IF y baja la distorsión de la señal de audio recuperada. El nivel de audio recuperado en la salida DEMOD es de 120 mV eficaces (para canales de 25 kHz con desviación de 3 kHz) o 60 mV eficaces (para canales de 12,5 kHz con desviación de 1,5 kHz). Una salida de RSSI adicional proporciona un nivel de voltaje CC que es proporcional al nivel de señal de RF. Este voltaje se mide mediante el convertidor A/D interno del microprocesador (PE4_AN4, pin 63 de U401).

11.3 Transmisor de UHF

El transmisor de UHF cubre el rango de 490-527 MHz. Algunos modelos permiten seleccionar la potencia de salida del transmisor canal por canal (alta potencia [4 vatios] y baja potencia [1 vatio]) o viene prefijada en fábrica en 2 vatios. El transmisor está dividido en cuatro bloques principales, según se muestra en la Figura 11–2.

- Amplificador de potencia
- Filtro de armónicas
- Red adaptadora de antena
- Control de potencia.

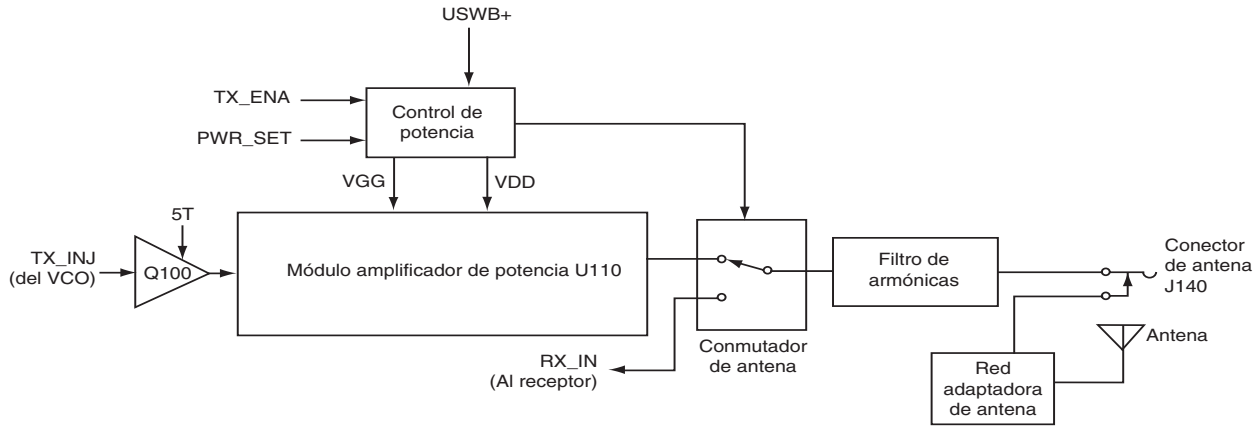

Figura 11–2. Diagrama de bloques del transmisor de UHF

11.3.1 Amplificador de potencia del transmisor

El amplificador de potencia del transmisor tiene tres etapas de amplificación. La primera etapa, Q100, opera en modo clase A a partir de la fuente 5T. Proporciona 17 dB de ganancia y una salida de 50 mW. El consumo de corriente es generalmente de 30 mA. Los componentes C105 y L103 acoplan la salida de Q100 con la entrada de 50Ω del módulo U110.

U110 es un módulo amplificador de potencia MOSFET de silicio de dos etapas. El voltaje de sumidero se obtiene de UNSW B+ tras encaminarse a través de la resistencia sensora de corriente R150 en el circuito de control de potencia. La potencia de salida del módulo se controla variando la polarización de compuerta CC en el pin 2 de U110 (VGG).

11.3.2 Conmutador de antena

El conmutador de antena se compone de dos diodos Pin: D120 y D121. En el modo de recepción, ambos diodos permanecen apagados. Las señales aplicadas a la antena o al conector hembra J140 se encaminan por el filtro de armónicas, pasan a través de la red C122-C124 y L121, y llegan a la entrada del receptor. En el modo de transmisión, Q170 está activado y TXB+ está presente, lo cual polariza en directa ambos diodos y los mismos se ponen a conducir. La corriente de diodo es de 20 mA, fijada por R120-R121. La señal de RF del transmisor proveniente de U110 se encamina a

través de D120, pasa por el filtro de armónicas y llega al conector hembra de la antena. D121 se pone a conducir, lo cual produce una derivación de la potencia de RF que impide que llegue al receptor. L121 se selecciona para que aparezca como de un cuarto de onda en UHF, a fin de que la baja impedancia de D121 parezca una alta impedancia en la unión de D120 y la entrada del filtro de armónicas. Esto proporciona un divisor de baja impedancia paralelo y alta impedancia serie entre la salida del amplificador de potencia y la entrada del receptor.

11.3.3 Filtro de armónicas

El filtro de armónicas está formado por los componentes C130-C136 y L130-L132. El filtro de armónicas tiene una configuración pasabajos Chebychev de siete polos optimizada para proporcionar bajas pérdidas de inserción, con una frecuencia de 3 dB de aproximadamente 655 MHz y generalmente con una pérdida de inserción menor que 0,8 dB en la banda pasante.

11.3.4 Red adaptadora de antena

El filtro de armónicas presenta una impedancia de 50Ω en el conector hembra de antena J140. Una red adaptadora de impedancias, compuesta de C140-C141 y L140, se emplea para adaptar la impedancia de antena con la del filtro de armónicas. Así se optimiza el desempeño del transmisor y el receptor frente a la impedancia presentada por la antena, lo cual mejora considerablemente la eficiencia de la antena.

11.3.5 Control de potencia

El circuito de control de potencia es un amplificador acoplado en CC en cuya salida se genera el voltaje de polarización de compuerta CC (VGG) que va a las dos etapas del amplificador de potencia de RF, U110.

La potencia de salida del transmisor se cambia variando el ajuste de potencia del convertidor digital-analógico (DAC) contenido en el CI ASFICcmp (DACG, pin 6 de U451). Este voltaje PWR_SET se aplica al pin 3 de U150.

La etapa de U150-2 compara la caída de voltaje entre los terminales de la resistencia sensora de corriente R150 con la caída entre los terminales de la resistencia R151, producida por el flujo de corriente a través de Q150, y ajusta su salida (pin 7) con el objeto de mantener iguales los voltajes de los pines 5 y 6. De esta manera, el flujo de corriente a través de Q150 y, en consecuencia, su voltaje de emisor, son proporcionales al consumo de corriente de la etapa de U110, que a su vez es proporcional a la potencia de salida del transmisor. El voltaje de emisor de Q150 se aplica al pin 2 de U150, donde se compara con el voltaje de ajuste de potencia PWR_SET en el pin 3.

La salida del pin 1 de U150 se divide mediante R110 y R111, y se aplica como voltaje de compuerta al amplificador de potencia U110. Al variar este voltaje de compuerta cuando sea necesario para mantener iguales los voltajes en los pines 2 y 3 de U150, la potencia permanece en el nivel deseado. Una corriente final excesiva, por ejemplo, la producida por una desadaptación de la impedancia de antena, produce una disminución del voltaje en el pin 6 de U150, un aumento del voltaje en el pin 2, y una disminución del voltaje en el pin 1 y del voltaje de compuerta VGG. Esto impide que se dañe la etapa final debido a una corriente excesiva.

11.4 Circuitería de generación de frecuencia de UHF

El sistema de generación de frecuencia, mostrado en la Figura 11–3, se compone de dos bloques circuitales: el CI U201 del sintetizador Fractional-N, y el CI U251 del búfer/VCO y la circuitería asociada. La Figura 11–4 muestra la circuitería de apoyo e interconexión de periféricos usada en el bloque del sintetizador, y la Figura 11–5 detalla la circuitería interna del VCOBIC y sus interconexiones con los componentes vecinos. Consulte el esquema eléctrico para identificar las designaciones de referencia.

El sintetizador Fractional-N se alimenta mediante 5 V y 3 V regulados, suministrados por U310 y U330, respectivamente. Los 5 V se aplican a los pines 13 y 30 de U201, mientras que los 3 V se aplican a los pines 5, 20, 34 y 36. El sintetizador, a su vez, genera un voltaje de 4,5 V superfiltrados (VSF, pin 28) con el que alimenta a U251. Además del VCO, el sintetizador se conecta también con los circuitos lógicos y con el ASFICcmp. La programación del sintetizador se realiza a través de las líneas SPI_DATA_OUT, SPI_CLK y SYNTH_CS (selección de chip) del microprocesador (U409, pines 100, 1 y 47 respectivamente). Un nivel lógico alto (3 V) en el pin 4 de U201 indica al microprocesador que el sintetizador está sincronizado.

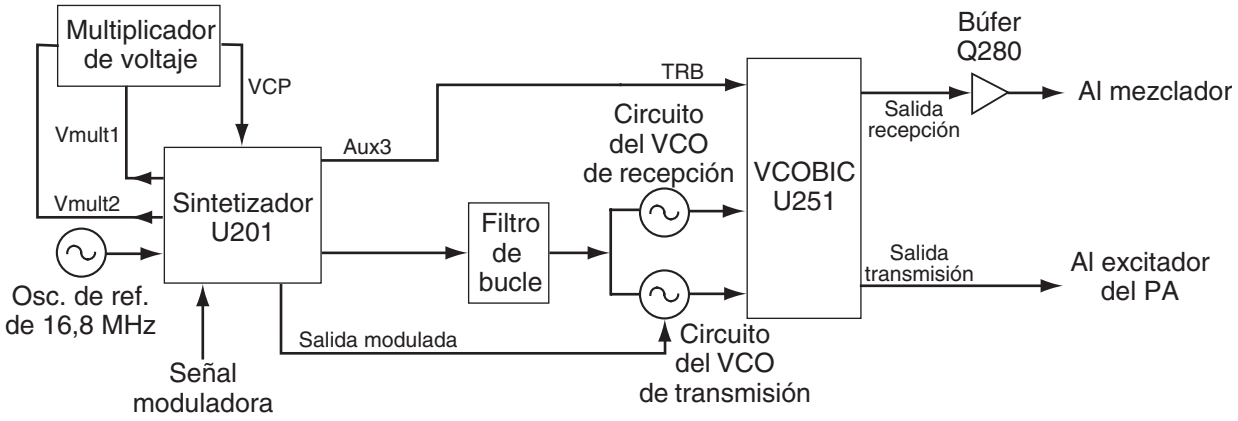

Figura 11–3. Diagrama de bloques de la unidad de generación de frecuencia de UHF

La modulación de transmisión proveniente del ASFICcmp (pin 40 de U451) se aplica al pin 10 de U201 (MOD_IN). Un atenuador electrónico en el ASFICcmp ajusta la desviación global del transmisor mediante una variación en el nivel de audio aplicado al CI sintetizador. Internamente, el audio se digitaliza mediante el sintetizador Fractional-N y se aplica al divisor de bucle para proporcionar la modulación de puerto de baja. Asimismo, el audio se encamina a través de un atenuador interno a fin de equilibrar la modulación en el puerto de baja y en el puerto de alta, y de reducir la desviación en 6 dB para los canales de 12,5 kHz, y está disponible en el pin 41 de U201 (VCO_MOD). Esta señal de audio se encamina al modulador del VCO.

11.4.1 Sintetizador Fractional-N

El sintetizador Fractional-N, mostrado en la Figura 11–4, usa un cristal de 16,8 MHz (Y201) para generar la frecuencia de referencia del sistema. Los componentes externos C201-C203, R202 y D201 también forman parte del circuito oscilador con compensación de temperatura. El voltaje CC aplicado al varactor D201 proveniente del pin 25 de U201 lo determina un algoritmo de compensación de temperatura dentro de U201, y es específico para cada cristal Y201, con base en el código único asignado al cristal, que identifica sus características de temperatura. La estabilidad es mejor que 2,5 ppm dentro del rango de temperaturas de -30 a 60 °C. El ajuste electrónico de frecuencia programable por software se logra mediante un DAC interno que proporciona un voltaje de ajuste de frecuencia, del pin 25 de U201 al varactor D201.

El CI sintetizador U201 sigue dividiendo la señal de 16,8 MHz hasta 2,1 MHz, 2,225 MHz o 2,4 MHz para usarla como frecuencia de referencia. También proporciona una señal reforzada de 16,8 MHz en el pin 19 de U201 para uso con el ASFICcmp.

Para lograr una sincronización rápida del sintetizador, una bomba de carga de adaptación interna proporciona una corriente más alta en el pin 45 de U201 para forzar rápidamente al sintetizador hacia su rango de sincronización. Seguidamente, se sincroniza la frecuencia requerida mediante la bomba de carga en modo normal en el pin 43. Un filtro de bucle (C243-C245 y R243-R245) elimina el ruido y los picos del voltaje de mando aplicado a los varactores del VCO, con un filtraje adicional ubicado en el circuito del VCO.

Tanto la bomba de carga normal como la bomba de carga de adaptación reciben la alimentación del multiplicador de voltaje capacitivo, constituido por C221-C224 y D220-D221. Dos ondas cuadradas de 3 V provenientes de los pines 14-15 de U201 proporcionan las señales de excitación para el multiplicador de voltaje, que genera 12,1 V en el pin 47 de U201. Este voltaje es filtrado por C225-C228.

Una de las salidas auxiliares del CI sintetizador (AUX3, pin 2 de U201) proporciona la señal TRB que determina el modo de operación del VCO, ya sea de recepción o de transmisión.

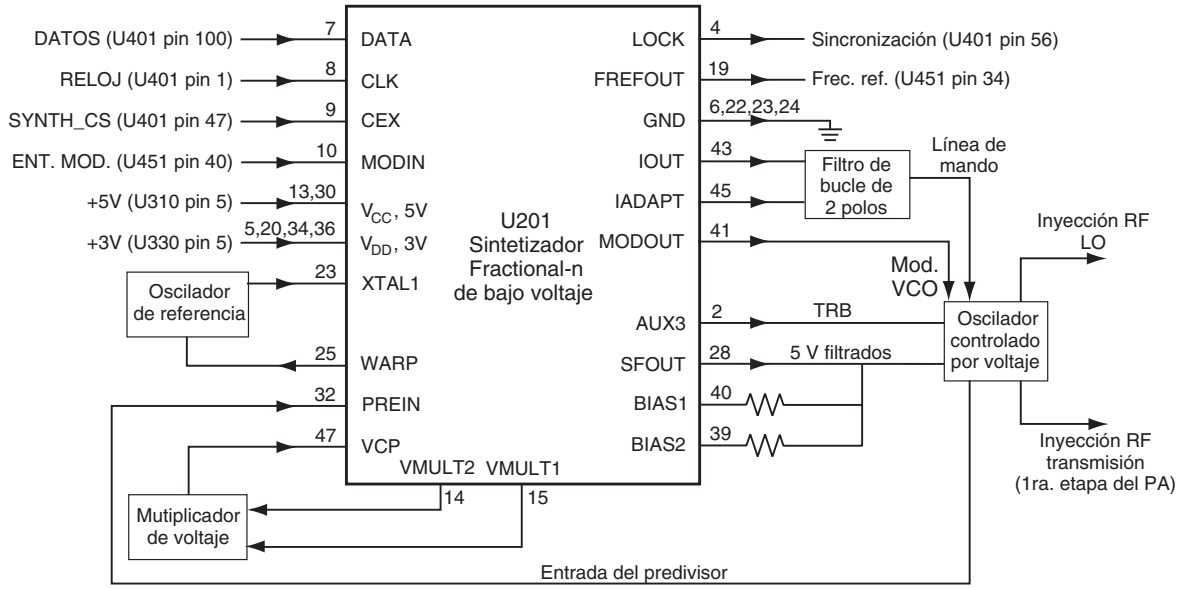

Figura 11–4. Diagrama de bloques del sintetizador de UHF

11.4.2 Oscilador controlado por voltaje (VCO)

El VCOBIC (U251), mostrado en la Figura 11–5, junto con el sintetizador Fractional-N (U201) generan RF tanto en el modo de operación de recepción como en el de transmisión. La línea TRB (pin 19 de U251) determina cuál oscilador y cuál búfer se habilitan. Una muestra de la señal de RF del oscilador habilitado se encamina desde el pin 12 de U251 a través de un filtro pasabajos, hasta la entrada del predivisor del CI sintetizador (pin 32 de U201). Tras la comparación de frecuencias en el sintetizador, el voltaje de control CC resultante se emplea para gobernar la frecuencia del VCO. Cuando el PLL está sincronizado en frecuencia, este voltaje puede variar entre 3,5 V y 10 V. L251 y C252 atenúan aún más el ruido y los picos en el voltaje de la línea de mando.

En el modo de recepción, la línea TRB (pin 19 de U251) está a nivel bajo. Esto activa el VCO de recepción y el búfer de recepción de U251, el cual opera dentro del rango de 420,15 a 450,15 MHz. La frecuencia del VCO está determinada por C253-C257, por el varactor D251 y por el inductor L254 del circuito "Tank". La señal de RF reforzada del pin 8 de U251 se amplifica aún más mediante Q280 y se aplica como RX_INJ al filtro de inyección pasabajos en el circuito de la etapa de entrada del receptor.

En el modo de transmisión, U251-19 es llevado a nivel alto por el pin 2 de U201, que habilita el búfer y el VCO de transmisión. La señal de RF de 490-527 MHz proveniente del pin 10 de U251 se aplica como TX_INJ a la entrada del circuito de transmisión a través de la red adaptadora compuesta de C290-C291 y L291. La frecuencia del VCO de transmisión está determinada por L264, C263-C267 y

el varactor D261. La modulación de audio del puerto de alta proveniente del CI sintetizador se aplica como VCO_MOD al varactor D262, el cual modula el VCO de transmisión.

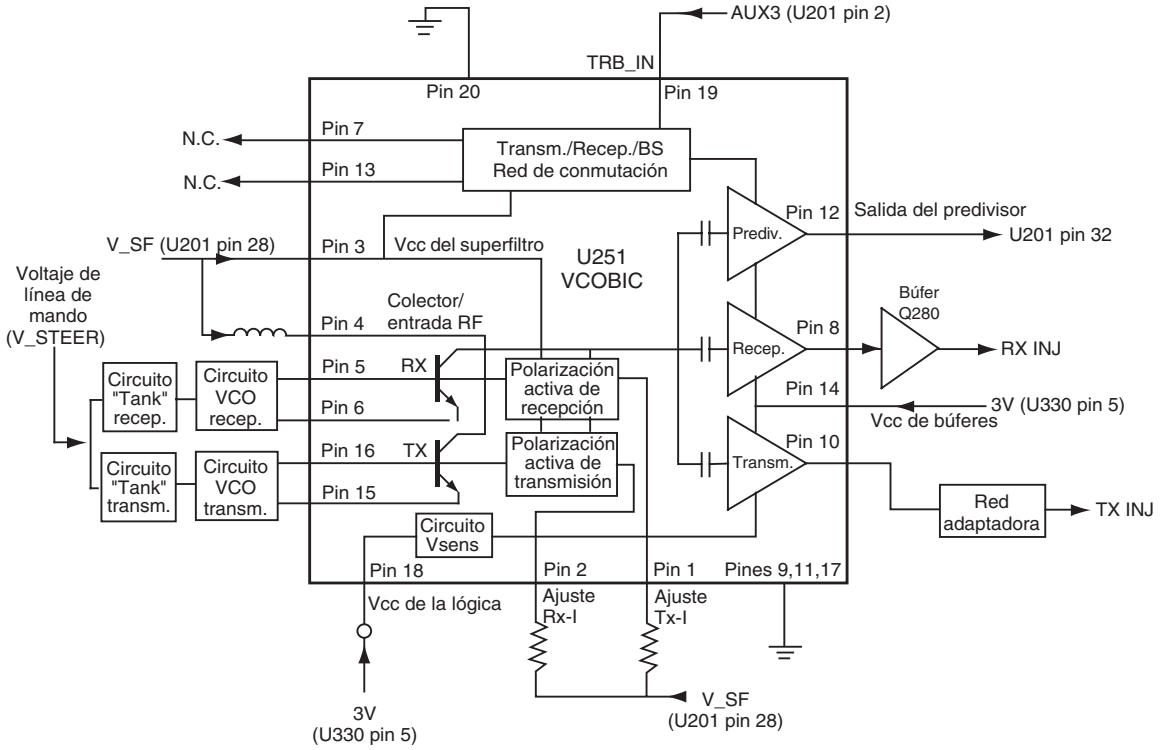

Figura 11–5. Diagrama de bloques del VCO de UHF

11.5 Teclado

El diagrama de bloques del teclado se ilustra en la Figura 11–6. Al presionar una tecla se producen dos voltajes diferentes: KEYPAD_ROW y KEYPAD_COL. Estos voltajes son enviados directamente al microprocesador del radio ubicado en la tarjeta principal. El microprocesador interpreta el voltaje proveniente de KEYPAD_ROW y KEYPAD_COL cada vez que se presiona una tecla.

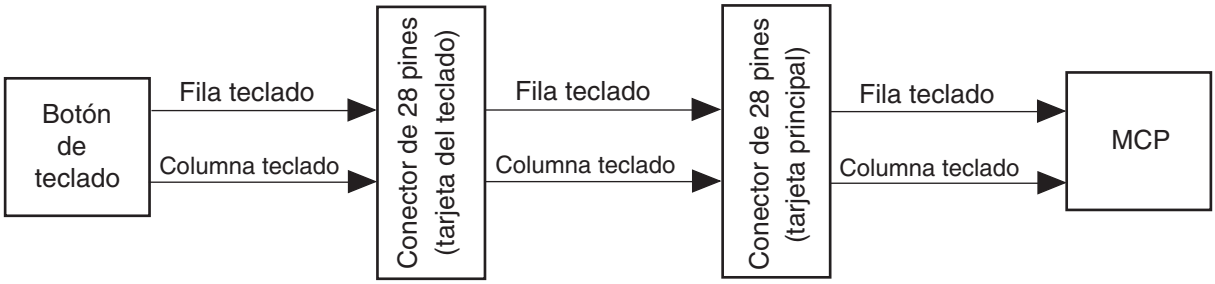

Figura 11–6. Diagrama de bloques del teclado

Notas:

Capítulo 12 Tablas de solución de problemas del radio UHF

12.1 Tabla de solución de problemas del receptor

Tabla 12–1. Tabla de solución de problemas del receptor

Síntoma	Causas posibles	Procedimiento	Acción correctiva
El radio no enciende (no emite tono de encendido ni se enciende el LED).	1. Batería descargada o defectuosa.	Instale una batería en buen estado o un eliminador de batería.	Cargue la batería o reemplácela.
	2. Contactos de la batería defectuosos.	Inspeccione los contactos de la batería en busca de señales de corrosión o terminales doblados.	Limpie, repare o reemplace J301.
	3. Fusible quemado	Compruebe el voltaje en cada extremo del fusible. Si está quemado, encontrará 0 V CC después del fusible.	Compruebe que no haya un cortocircuito en la salida; compruebe D301, VR301; busque y resuelva el problema; reemplace el fusible.
	4. Falla de conmutación de CC	Verifique que el voltaje de batería esté presente en el pin 5 de S444 cuando el radio está encendido. Verifique que en Q494-1 haya por lo menos 1 V CC; que Q494-6 sea ~0,1 V CC; que Q493-3 esté al voltaje de batería (Vbatt).	Compruebe/reemplace el control de encendido/apagado/ volumen S444. Solucione el problema/ reemplace Q493/4.
	5. El microprocesador no arranca.	Verifique que en la entrada de reloj que va a U401-90 (EXTAL) haya 7,3975 MHz, usando la punta de prueba de alta impedancia. Si el reloj es 3,8 MHz, revise los pines de U401 en busca de cortocircuitos. Conecte la RIB para verificar la comunicación a través del CPS. Verifique que U401-94 (RESET) esté a nivel alto.	Verifique la señal de 16,8 MHz en U451-34. Si todo está bien, resuelva el problema/reemplace U451. Si alguna de las señales buscadas no está presente, resuelva el problema del sintetizador U201. Reprograme el radio o vuelva a grabar la memoria Flash, según sea necesario. Si RESET está a nivel bajo, resuelva el problema del regulador U320. Busque cortocircuitos en los pines de U401. Reemplace U401. Reprograme el radio, según sea necesario.
	6. Falla del regulador	Verifique que U310-5 está en 5 V CC, que U320-5 está en 3,3 V CC y que U330-5 está en 3 V CC.	Compruebe que no haya cortocircuitos en las salidas; busque/resuelva el problema según sea necesario, y reemplace el regulador defectuoso.

Tabla 12–1. Tabla de solución de problemas del receptor (cont.)

Síntoma	Causas posibles	Procedimiento	Acción correctiva
No hay audio	1. Sintetizador desincronizado	Verifique que U201-4 esté en 3 V CC.	Resuelva el problema en los circuitos del sintetizador/VCO.
	2. IFIC defectuoso	Verifique que el audio esté presente en U51-8.	Compruebe Q70, Y70, U51.
	3. Falla de búfer de audio de recepción	Verifique que el audio esté presente en U451-2.	Compruebe U510 y los componentes asociados.
	4. Falla del ASFIC	Verifique que el audio esté presente en U451-41. Verifique que U451-14 esté a nivel alto.	Compruebe la configuración del silenciador y la programación de PL/DPL. Resuelva el problema/reemplace U451.
	5. Falla del PA de audio	Verifique que U490-1 < 0,2 V CC. Verifique que el audio esté presente en U490-5 y 8.	Compruebe Q490. Compruebe/reemplace U490.
	6. Parlante defectuoso	Verifique que el audio esté presente en los terminales del parlante.	De no ser así, verifique la continuidad de J471-2 y 3. Compruebe J491. De comprobarse la falla, sustituya el parlante.
No hay recepción (sólo se oye el ruido del silenciador)	1. No hay primera inyección	Compruebe que el nivel de RF en T42-6 sea de aprox. +6 dBm. Compruebe que el nivel de RF en U251-8 sea de aprox. -8 dBm.	Compruebe el filtro de inyección C40–44, L40–41. De ser así, compruebe Q280 y los componentes asociados. De no ser así, compruebe U251 y los componentes en los pines 5 y 6.
	2. No hay fuente en 5R.	Verifique que U401-49 esté a nivel alto en recepción. Verifique que la compuerta de Q311 esté en 0 V CC en recepción. Verifique que el drenador de Q311 esté en 5 V CC en recepción.	Compruebe/reemplace U401 Compruebe/reemplace Q313. Verifique que no haya cortocircuitos; compruebe/ reemplace Q311.
	3. Falla del filtro de armónicas o del conmutador de antena	Aplique una señal de RF de 100 mV dentro del canal en el puerto de antena. Verifique el nivel de RF en la unión C1/C2 según el esquema eléctrico.	Compruebe el filtro de armónicas de transmisión, D120-121. Debe estar en 0 V CC en D120-121.
	4. Falla de etapa de salida	Aplique una señal de RF de 100 mV dentro del canal en el puerto de antena. Mida los niveles de RF desde FL51 hasta U51.	Compruebe los componentes antes del punto de pérdida de señal.
	5. No hay segunda inyección	Mida el nivel de RF en U51-3; verifique que haya aprox. 280 mV eficaces.	Si los voltajes CC en U51-3 y 4 están correctos, compruebe Y51 y los componentes asociados. De otra manera, reemplace U51.

12.2 Tabla de solución de problemas del sintetizador

Tabla 12–2. Tabla de solución de problemas del sintetizador

Síntoma	Causas posibles	Procedimiento	Acción correctiva
Sintetizador desincronizado (modo de recepción únicamente)	1. Falla de VCO	Verifique que el oscilador esté funcionando, compruebe el nivel de RF en U251-10 según el esquema eléctrico. Compruebe el voltaje CC en los pines 2 a 6 y 10 de U251 según la Tabla 12–4. Verifique que el voltaje de la línea de mando esté entre ~3 V y 10 V.	Compruebe los componentes del circuito "Tank" de VCO conectados a U251-5 y 6. Busque cortocircuitos o circuitos abiertos; reemplace U251. Compruebe D251 y los componentes asociados.
	2. Falla del sintetizador	Verifique que la línea TRB (de U201-2 a U251-19) esté a nivel bajo en el modo de recepción	Compruebe que no haya cortocircuitos; compruebe los voltajes de U201 según la Tabla 12–4; reemplace U201 si no están correctos.
	3. Falla de programación	Verifique que la programación de los canales de recepción esté correcta.	Realice de nuevo la programación si es necesario.
Sintetizador desincronizado (modo de transmisión únicamente)	1. Falla de VCO	Verifique que el oscilador esté funcionando, compruebe el nivel de RF en U251-10 según el esquema eléctrico. Compruebe el voltaje CC en los pines 1, 3, 4, 10, 15 y 16 de U251 según la Tabla 12–4. Verifique que el voltaje de la línea de mando esté entre ~3 V y 10 V.	Compruebe los componentes del circuito "Tank" de VCO conectados a U251-15 y 16. Busque cortocircuitos o circuitos abiertos; reemplace U251. Compruebe D261 y los componentes asociados.
	2. Falla del sintetizador	Verifique que la línea TRB (de U201-2 a U251-19) esté a nivel alto (3 V) en el modo de transmisión.	Compruebe que no haya cortocircuitos; compruebe los voltajes de U201 según la Tabla 12–4; reemplace U201 si no están correctos.
	3. Falla de programación	Verifique que la programación de los canales de transmisión esté correcta.	Realice de nuevo la programación si es necesario.

Tabla 12–2. Tabla de solución de problemas del sintetizador (cont.)

Síntoma	Causas posibles	Procedimiento	Acción correctiva
Sintetizador desincronizado (modos de recepción y transmisión)	1. Falla de VCO	Compruebe que el nivel de RF en U251-12 sea de por lo menos 150 mV (VHF) o de -12 a -20 dBm (UHF)	Si está bajo o ausente, compruebe L276, C276-7, R276.
	2. Falla del sintetizador	Compruebe que el nivel de RF en U201-32 sea de por lo menos 150 dBm (VHF) o de -12 a -20 dBm (UHF) Verifique que el voltaje de la línea de mando esté entre ~3 V y 10 V.	Si está correcto, compruebe/ reemplace U201. Si no está correcto, compruebe R248 y C241. Compruebe los componentes del filtro de bucle R243-5 y C243-5.
	3. Falla de voltaje CC	Verifique que hay 4,5 V CC en U201-28. Verifique que hay 12,1 V CC en U201-47	Compruebe C231-233, etc., en busca de cortocircuitos. Si están bien, compruebe/ reemplace U201. Compruebe que hay ondas cuadradas de 3 V a 1,05 MHz en U201-14 y 15. Compruebe C218-228, D220-221.
	4. Falla de programación	Verifique que la programación de canales esté correcta.	Realice de nuevo la programación si es necesario.

12.3 Tabla de solución de problemas del transmisor

Tabla 12–3. Tabla de solución de problemas del transmisor

Síntoma	Causas posibles	Procedimiento	Acción correctiva
No hay transmisión (el LED indicador de transmisión no se enciende)	1. Conmutador de PTT defectuoso.	Verifique que U401-71 se pone a nivel bajo cuando se presiona el botón PTT.	Reemplace el conmutador de PTT S441.
	2. Falla del botón PTT del micrófono externo (EXT MIC PTT)	Verifique que U401-72 se pone a nivel bajo cuando J471-4 se conecta a tierra.	Compruebe/reemplace Q470, L471, etc.
No hay transmisión (pero el LED indicador de transmisión se enciende)	1. Sintetizador desincronizado	Consulte la Tabla 12–2.	Consulte la Tabla 12–2.
	2. TX_ENABLE ausente	Verifique que U401-50 esté a nivel alto cuando el pin 71 ó 72 está a nivel bajo.	Compruebe/reemplace U401.
	3. Falla del conmutador CC de transmisión	Verifique que Q171-C esté en 0 V en transmisión. Verifique que Q170-C esté al voltaje Vbatt en transmisión.	Reemplace Q171 Verifique que no haya cortocircuitos; reemplace Q170.
	4. Falla del control de potencia	Compruebe los voltajes de Q150 y U150 según el esquema eléctrico y la Tabla 12–4.	Repare/reemplace los componentes defectuosos.
	5. No hay inyección de transmisión	Compruebe el nivel de RF en la unión R100/R101 según el esquema eléctrico.	Compruebe U251, L291-292, C290-291.
	6. No hay fuente de 5T.	Verifique que la compuerta de Q312 esté en 0 V CC en transmisión. Verifique que el drenador de Q312 esté en 5 V CC en transmisión.	Compruebe/reemplace Q313. Verifique que no haya cortocircuitos; compruebe/ reemplace Q312.
	7. Falla de la etapa de ganancia de transmisión	Compruebe los niveles de RF en Q100 y U110 según el esquema eléctrico.	Resuelva el problema en Q100/ U110 y la circuitería asociada.
	8. Falla del conmutador de antena	Verifique que el voltaje CC en la unión R122/L120 sea aprox. 1,5 V.	Compruebe/reemplace D120-121, L120-121, R120-122, etc.

Tabla 12–3. Tabla de solución de problemas del transmisor (cont.)

Síntoma	Causas posibles	Procedimiento	Acción correctiva
Potencia baja	1. Baja inyección de transmisión	Compruebe que haya un nivel de RF en la unión. R100/R101 según el esquema eléctrico.	Compruebe U251, L291-292, C290-291.
	2. Baja ganancia en la etapa de transmisión	Verifique que el voltaje CC en Q100-E sea de ~1,3 V (VHF) o de ~0,5 V (UHF). Verifique que el nivel de RF en U110-1 sea de aprox. 1 V (VHF) o de 1,6 V (UHF).	Verifique que el voltaje 5T sea el correcto. Resuelva el problema de la circuitería de Q100. Resuelva el problema de la circuitería de Q100. Compruebe/reemplace Q100.
	3. Voltaje de control incorrecto	Verifique que el voltaje CC en PWR_SET (R162) esté entre aprox. 1,8 V CC (a 1 vatio) y 2,6 V CC (a 4-5 vatios). Verifique que el voltaje CC en PU110-2 esté entre aprox. 2-3 V CC (a 1 vatio) y 3-4 V CC (a 4-5 vatios). (Ver el esquema eléctrico).	Verifique la programación. Resuelva el problema de la circuitería del controlador. Compruebe/reemplace U451. Resuelva el problema en U150, Q150 y la circuitería asociada.
	4. Defecto del conmutador de antena	Verifique el voltaje CC en la unión R122/L120 (VHF) o R121/L120 (UHF) es de aprox. 1,7 V. *Nota: No intente medir voltajes CC o de RF en los diodos. Podría dañarse el equipo de prueba.*	Compruebe/reemplace D120-121, L120-121, R120-122, etc.
	5. Defecto del filtro de armónicas	Inspeccione visualmente los componentes C130-137, L130-132. Compruebe la continuidad CC de L130-132 *en el modo de recepción únicamente*.	Repare/reemplace si es necesario.
Alcance de transmisión insuficiente; la potencia conducida está bien	1. Conector hembra de prueba de RF defectuoso	Verifique la continuidad de los pines 3 y 4 de J140 *en el modo de recepción únicamente*.	Reemplace J140.
	2. Falla de red adaptadora de antena	Inspeccione visualmente los componentes C140-141, L140 o L141. Compruebe la continuidad CC de L140 o L141 *en el modo de recepción únicamente*.	Repare/reemplace si es necesario.
	3. Antena defectuosa o inadecuada	Verifique que la antena instalada sea la adecuada. Pruebe con otra antena.	Reemplace la antena.

Tabla 12–3. Tabla de solución de problemas del transmisor (cont.)

Síntoma	Causas posibles	Procedimiento	Acción correctiva
Audio del micrófono interno ausente (el audio del micrófono externo está bien)	1. Falla de polarización del micrófono	Verifique que U451-35 se pone a nivel bajo cuando se presiona el botón PTT. Verifique que Q470-6 se pone a nivel alto cuando se presiona el botón PTT.	Compruebe/reemplace U451. Compruebe/reemplace R474, R476 y Q470.
	2. Micrófono defectuoso	Verifique que hay aprox. 1,8 V CC entre los terminales del cartucho cuando se presiona el botón PTT. Verifique que el audio esté presente (~10 mV eficaces) al hablar en dirección hacia el micrófono.	Compruebe el conector del micrófono y R478. Reemplace el cartucho del micrófono.
	3. Conector hembra del micrófono defectuoso	Verifique la continuidad entre los pines 4 y 5 de J471.	Reemplace J471.
No hay audio de micrófono externo (EXT MIC)	1. Falla de polarización del micrófono	Verifique que hay aprox. 1,8 V CC entre los terminales del cartucho del micrófono externo (EXT MIC) en el modo de transmisión. Verifique que el audio esté presente (~10 mV eficaces) al hablar en dirección hacia el micrófono.	Compruebe Q470. R475, R477, L471. Compruebe VR473, VR475, D470 en busca de cortocircuitos.
	2. Falla del trayecto de audio	Verifique que el audio del micrófono esté presente (~10 mV eficaces) en U451-46. Verifique que el audio del micrófono amplificado esté presente (~200 mV eficaces) en U451-40.	Compruebe L471, C470. Compruebe/reemplace U451.
	3. Accesorio de audio defectuoso	Pruebe con otro accesorio.	Reemplace el accesorio defectuoso.

12.4 Tabla de solución de problemas con señales de circuitos integrados y tarjetas

Tabla 12–4. Tabla de solución de problemas con señales de circuitos integrados y tarjetas

Designación del CI	Pin	Función del pin	Voltaje CC	Comentarios (condición)
U51 IFIC	1	Entrada de RF de 44,85 MHz	1,20	
	2	Desacople de entrada de RF	1,20	
	3	Salida del 2do. oscilador local	4,02	
	4	Entrada del 2do. oscilador local	4,60	
	5	Salida de RSSI	0,74	(sin señal recibida)
	6	Vcc	4,70	
	7	Realimentación de audio	0,89	
	8	Salida de audio	1,44	DEMOD a etapa U510
	9	Realimentación de RSSI	0,74	(sin señal recibida)
	10	Entrada de detector cuádruple	2,22	
	11	Salida de limitador	1,25	
	12	Desacople de limitador 2	1,30	
	13	Desacople de limitador 1	1,30	
	14	Entrada de limitador	1,28	
	15	Tierra	TIERRA	
	16	Salida de amplif. de IF	1,22	
	17	Desacople de amplif. de IF 2	1,26	
	18	Entrada de amplif. de IF	1,26	
	19	Desacople de amplif. de IF 1	1,26	
	20	Salida del 2do. mezclador	3,09	
U52 Conmutador de selección de ancho de banda	1	Entrada de inversor 1	0	(modo de 25 kHz)
	2	Salida de inversor 2	0	(modo de 25 kHz)
	3	Entrada de inversor 3 (no usado)	TIERRA	
	4	Tierra	TIERRA	
	5	Salida de inversor 3 (no usado)	4,96	
	6	Entrada de inversor 2	3,00	(modo de 25 kHz)
	7	Salida de inversor 1	4,95	(modo de 25 kHz)
	8	Vcc	4,96	

Tabla 12–4. Tabla de solución de problemas con señales de circuitos integrados y tarjetas (cont.)

Designación del CI	Pin	Función del pin	Voltaje CC	Comentarios (condición)
U110 Ampl. de potencia de RF	1	Entrada de RF	0	(modo de transmisión)
	2	Vgg (polarización de compuerta)	2,65 (típico)	(modo de transmisión) (4,25 V típico en VHF)
	3	Vdd	6,59	(modo de transmisión)
	4	Salida de RF	--	No medir
	5	Tierra	TIERRA	
U150 Amplif. operacional doble	1	Salida de unidad 1	4,20 (típico)	(modo de transmisión) (5,8 V típico en VHF)
	2	Entrada (-) de unidad 1	2,39 (típico)	(modo de transmisión)
	3	Entrada (+) de unidad 1	2,39 (típico)	(modo de transmisión)
	4	Tierra	TIERRA	
	5	Entrada (+) de unidad 2	3,30 (típico)	(modo de transmisión)
	6	Entrada (-) de unidad 2	3,35 (típico)	(modo de transmisión)
	7	Salida de unidad 2	2,23 (típico)	(modo de transmisión)
	8	Vcc	6,79	(modo de transmisión)

Tabla 12–4. Tabla de solución de problemas con señales de circuitos integrados y tarjetas (cont.)

Designación del CI	Pin	Función del pin	Voltaje CC	Comentarios (condición)
U201 Sintetizador de frecuencias	1	Salida AUX2 (no usado)	0	
	2	Salida AUX3 (TRB)	0,03	A U251-19 (modo de recepción)
	3	Salida AUX4 (no usado)	0	
	4	Salida de detección de sincronización	2,98	A U401-56
	5	PD Vdd	2,98	
	6	Tierra digital	TIERRA	
	7	Entrada de datos serie	3,23	
	8	Entrada de reloj serie	0	
	9	Selector del chip del sintetizador	3,23	De U401-47
	10	Entrada de modulación	1,50	De U451-40
	11	VMULT4 (no usado)	2,98	
	12	VMULT3 (no usado)	0	
	13	VRO	4,96	
	14	VMULT2	1,49	
	15	VMULT1	1,49	
	16	INDMULT (no usado)	0	
	17	NC1	0	
	18	Selección de ref. (no usado)	0	
	19	Salida de 16,8 MHz reforzada	1,54	
	20	Vdd analógico	3,00	
	21	V derivación (no usado)	1,55	
	22	Tierra analógica	TIERRA	
	23	XTAL1 de osc. de ref.	2,07	

Tabla 12–4. Tabla de solución de problemas con señales de circuitos integrados y tarjetas (cont.)

Designación del CI	Pin	Función del pin	Voltaje CC	Comentarios (condición)
U201 Sintetizador de frecuencias	24	XTAL2 de osc. de ref.	0	
	25	Salida de curvatura de osc. de ref.	3,00	
	26	Cond. superfiltro	4,48	
	27	Base de superfiltro (no usado)	3,76	
	28	Salida de superfiltro	4,52	
	29	NC2	0	
	30	Entrada de superfiltro	4,96	
	31	NC3	0	
	32	Entrada de predivisor	1,97	
	33	Tierra de predivisor	TIERRA	
	34	Vdd de predivisor	2,99	
	35	Vref de predivisor (no usado)	1,97	
	36	Vdd digital	2,99	
	37	TEST1 (no usado)	0,01	
	38	TEST2 (NU)	0	
	39	Polarización 2	3,38 (típico)	(1,34 V en modo de transmisión)
	40	Polarización 1	1,50 (típico)	(3,20V en modo de transmisión)
	41	Salida de modulación	3,42 (típico)	(1,62 V típico en modo de transmisión)
	42	CCOMP (no usado)	0,05	
	43	Línea de mando IOUT	9,62 (típico)	Depende de la frecuencia
	44	Tierra PD	TIERRA	
	45	Línea de mando IADAPT	9,62 (típico)	Depende de la frecuencia
	46	Conmutador de adaptación (no usado)	0	
	47	Voltaje de la bomba de carga	12,8	
	48	Salida AUX1 (no usado)	2,98	

Tabla 12–4. Tabla de solución de problemas con señales de circuitos integrados y tarjetas (cont.)

Designación del CI	Pin	Función del pin	Voltaje CC	Comentarios (condición)
U251 VCO / búfer	1	Ajuste de corriente de VCO de transmisión	4,50	
	2	Ajuste de corriente de VCO de recepción	4,35	
	3	Entrada superfiltrada	4,51	
	4	Colector RF en amplif.	4,35	
	5	Base de VCO de recepción	1,27	
	6	Emisor de VCO de recepción	0,48	
	7	Salida de conmutador de recepción (no usado)	0	
	8	Salida de VCO reforzada de recepción	3,36	
	9	GND_FLAG	TIERRA	
	10	Salida de VCO reforzada de transmisión	3,36	
	11	GND_BUFFERS	TIERRA	
U251 VCO / búfer	12	Salida de predivisor	2,26	
	13	Salida de conmutador de transmisión (no usado)	0,06	
	14	Vcc_BUFFERS	3,00	
	15	Emisor de VCO de transmisión	0	(modo de recepción)
	16	Base de VCO de transmisión	0	(modo de recepción)
	17	GND_LOGIC	TIERRA	
	18	Vcc_LOGIC	3,00	
	19	Entrada TRB	0,03	De U201-2 (modo de recepción)
	20	Entrada FLIP	TIERRA	
U310 Regulador de 5 V	1	Vin	7,48	
	2	Tierra	TIERRA	
	3	Entrada de control	7,48	
	4	Condensador de desacoplo	1,26	
	5	Vout	4,96	

Tabla 12–4. Tabla de solución de problemas con señales de circuitos integrados y tarjetas (cont.)

Designación del CI	Pin	Función del pin	Voltaje CC	Comentarios (condición)
U320 Regulador de 3,3 V	1	Tierra	TIERRA	
	2	Realimentación	1,23	
	3	Derivación (no usado)	0	
	4	Vin	7,48	
	5	Vout	3,23	
	6	Detección (no usado)	0	
	7	Error (salida de reinicialización)	3,20	
	8	Entrada de señal de apagado	7,48	
U330 Regulador de 3 V	1	Vin	7,48	
	2	Tierra	TIERRA	
	3	Entrada de control	7,48	
	4	Condensador de desacoplo	1,26	
	5	Vout	3,00	
U401 Microprocesador	1	Entrada de reloj serie PD4_SCK	0	
	2	PD5_SS	3,23	Selección de chip del ASFIC
	3	PD6_VLIN	3,23	Selección de chip de EEPROM
	4	PG7_R_W	3,21	
	5	PG6_AS	3,23	
	6	PG0_XA13	3,23	
	7	PB7_ADDR15	0,026	
	8	PB6_ADDR14	0,028	
	9	PB3_ADDR11	3,06	

Tabla 12–4. Tabla de solución de problemas con señales de circuitos integrados y tarjetas (cont.)

Designación del CI	Pin	Función del pin	Voltaje CC	Comentarios (condición)
U401 Microprocesador	10	PB1_ADDR9	3,05	
	11	PB2_ADDR10	0,16	
	12	VDD	3,23	
	13	VSS	TIERRA	
	14	PBO_ADDR8	3,05	
	15	PB5_ADDR13	0,13	
	16	PG1_XA14	0,20	
	17	PG4_XA17	3,17	
	18	PG5_XA18	0	
	19	PG3_XA16	3,21	
	20	PG2_XA15	0,30	
	21	PB4_ADDR12	0,22	
	22	PF7_ADDR7	3,03	
	23	PF6_ADDR6	3,08	
	24	PF5_ADDR5	3,06	
	25	PF4_ADDR4	0,16	
	26	PF3_ADDR3	0,26	
	27	PF2_ADDR2	3,06	
	28	PF1_ADDR1	3,06	
	29	PFO_ADDR0	3,05	
	30	PC0_DATA0	0,69	
	31	PC1_DATA1	0,96	
	32	PC2_DATA2	1,10	
	33	PC3_DATA3	0,81	
	34	PC4_DATA4	0,62	
	35	PC5_DATA5	0,68	
	36	PC6_DATA6	0,67	
	37	PC7_DATA7	0,73	
	38	PH7_CSPROG	3,05	
	39	VDDL	3,23	
	40	VSSL	TIERRA	
	41	PH6_CSGP2	3,23	
	42	PH5_CSGP1	3,23	
	43	PH4_CSIO	0	
	44	PH3_PW4	3,21	Salida de control de encendido/apagado
	45	PH2_PW3	0	

Tabla 12–4. Tabla de solución de problemas con señales de circuitos integrados y tarjetas (cont.)

Designación del CI	Pin	Función del pin	Voltaje CC	Comentarios (condición)
U401 Microprocesador	46	PH1_PW2	3,00	
	47	PH0_PW1	3,23	Selector del chip del sintetizador
	48	XIRQ	3,00	
	49	PI7	1,48	Habilitación de recepción
	50	PI6	0,01	Habilitación de transmisión
	51	PI5	3,23	
	52	PI4	0	Habilitación de LED verde
	53	PI3	0	Habilitación de LED rojo
	54	PI2	0	
	55	PI1	0	
	56	PI0	2,98	Detección de sincronización proveniente de U201-4
	57	MODB_VSTBY	3,22	Habilitación de modo de autocarga
	58	MODA_LIR	3,12	
	59	AVDD	3,23	
	60	PE7_AN7	3,20	
	61	PE6_AN6	3,20	
	62	PE5_AN5	2,91	Detección de umbral de VOX
	63	PE4_AN4	0,73	Entrada RSSI
	64	PE3_AN3	0,14	
	65	PE2_AN2	1,62	
	66	PE1_AN1	0 - 3,3 V	Contacto deslizante de control de volumen
	67	PE0_AN0	2,48	33% del voltaje de la batería
	68	VRL	0	
	69	VRH	3,20	
	70	AVSS	TIERRA	
	71	PJ0_CSGP3	3,23	Botón PTT lateral
	72	PJ1_CSGP4	0	PTT de mic. externo
	73	PJ2	3,23	
	74	PJ3	3,23	
	75	PJ4	3,23	
	76	PJ5	0	
	77	PJ6	3,23	Botón inferior de opción
	78	PJ7	3,23	Botón superior de opción
	79	PA0_IC3	0	
	80	PA1_IC2	1,57	
	81	PA2_IC1	3,00	

Tabla 12–4. Tabla de solución de problemas con señales de circuitos integrados y tarjetas (cont.)

Designación del CI	Pin	Función del pin	Voltaje CC	Comentarios (condición)
U401 Microprocesador	82	PA3_IC4_OC5_OC1	3,00	
	83	PA4_OC4_OC1	0	Entrada de detección del silenciador
	84	PA5_OC3_OC1	0	Entrada de actividad en el canal
	85	PA6_OC2_OC1	0	
	86	PA7_PA1_OC1	0	
	87	VSSR	TIERRA	
	88	VDDR	3,23	
	89	ECLK (no usado)	1,60	
	90	EXTAL	1,70	Reloj de U451-28
	91	XTAL	1,40	No usado
	92	VDDSYN	0	
	93	XFC (no usado)	0	
	94	RESET	3,20	De U320
	95	LVOUT	0	
	96	IRQ	3,20	
	97	PD0_RXD	3,23	
	98	PD1_TXD	1,9	
	99	PD2_MISO	0	
	100	PD3_MOSI	3,23	
U402 EEPROM	1	Selección de chip	3,23	De U401-3
	2	Salida de datos serie	0	
	3	Protección de escritura	3,23	
	4	Vss	TIERRA	
	5	Entrada de datos serie	3,23	
	6	Reloj serie	0	
	7	Retención	3,23	
	8	Vcc	3,23	

Tabla 12–4. Tabla de solución de problemas con señales de circuitos integrados y tarjetas (cont.)

Designación del CI	Pin	Función del pin	Voltaje CC	Comentarios (condición)
U404 ROM Flash	1	A11	3,06	
	2	A9	3,08	
	3	A8	3,05	
	4	A13	0,13	
	5	A14	0,31	
	6	NC	3,17	
	7	EN_WE	3,21	De U401-4
	8	Vcc	3,23	
	9	RESET	3,20	
U404 ROM Flash	10	A16	3,17	
	11	A15	0,30	
	12	A12	0,22	
	13	A7	3,03	
	14	A6	3,08	
	15	A5	3,06	
	16	A4	0	
	17	A3	0,24	
	18	A2	3,08	
	19	A1	3,05	
	20	A0	3,05	
	21	D0	0,69	
	22	D1	0,94	
	23	D2	1,08	
	24	TIERRA	TIERRA	
	25	D3	0,78	
	26	D4	0,59	
	27	D5	0,66	
	28	D6	0,67	
	29	D7	0,75	
	30	EN_CE	3,01	De U401-38
	31	A10	0,16	
	32	EN_OE	0	De U401-86

Tabla 12–4. Tabla de solución de problemas con señales de circuitos integrados y tarjetas (cont.)

Designación del CI	Pin	Función del pin	Voltaje CC	Comentarios (condición)
U451 ASFIC_CMP	1	VDD de circuitos analógicos	3,00	
	2	Entrada de audio DISC	1,34	De U510
	3	Tierra de circuitos analógicos	TIERRA	
	4	Salida DACU	0	
	5	Salida DACR	0	
	6	Salida DACG	2,38 (típico)	Fijación de potencia (modo de transmisión)
	7	Salida de detector de picos de VOX	2,91	
	8	PLCAP para integrador de CC	0,40	
	9	SQIN	0,01	
	10	Entrada/salida de audio universal	0	
	11	VDD para los DAC	4,95	
	12	SQCAP	0	
	13	Salida de uso general GCB2	0	PA_EN de audio (silenciador desactivado)

Tabla 12–4. Tabla de solución de problemas con señales de circuitos integrados y tarjetas (cont.)

Designación del CI	Pin	Función del pin	Voltaje CC	Comentarios (condición)
U451 ASFIC_CMP	14	Salida de uso general GCB1	0	
	15	Salida de uso general GCB0	3,00	Selección de ancho de banda (modo de 25 kHz)
	16	Salida de actividad en canal con silenciador	0	A U401-84
	17	Salida digital de detección de silenciador	0	A U401-83
	18	E/S de PL/datos de baja velocidad	1,50	
	19	E/S de datos de alta velocidad	3,00	
	20	Selección de chip	3,23	De U401-2
	21	Entrada de reloj serie	0	
	22	Entrada de datos serie	3,23	
	23	Tierra para sintetizador de reloj	TIERRA	
	24	Cond. de filtro de bucle para sincr. de reloj	0,74	
	25	PLCAP2 para integrador LS	1,17	
	26	No usado	0	
	27	Vdd para sintetizador de reloj	3,00	
	28	Salida de sintetizador de reloj	1,70	
	29	Ref. de 1200 Hz para decodificación de MDC	3,00	
	30	GNDDO	TIERRA	
	31	Tierra para circuitos digitales	TIERRA	
	32	Vdd para conmutadores analógicos	4,96	
	33	Vdd para circuitos digitales	3,00	
	34	Entrada de reloj maestro de 16,8 MHz	1,54	
	35	Salida de uso general GCB3	3,00	Habilitación de MIC interno
	36	Retorno de audio de transmisión desde opción	0	
	37	Salida de uso general GCB4	0	
	38	Salida de uso general GCB5	0	
	39	Envío de audio de recepción a opción	1,48	
	40	Salida de modulación	1,50	A U201-10
	41	Salida de audio de recepción a amplif. potencia	1,51	
	42	Retorno de audio no filtrado de transmisión desde opción	0,20	
	43	Retorno de audio de recepción a opción	1,50	
	44	Envío de audio de transmisión no filtrado a opción	1,50	
	45	Vdd para filtros de E/S de trayecto de audio	3,00	
	46	Entrada de audio de micrófono	1,50	
	47	Tierra para filtros de E/S de trayecto de audio	TIERRA	
	48	Entrada de audio de micrófono externo (no usado)	0	

Tabla 12–4. Tabla de solución de problemas con señales de circuitos integrados y tarjetas (cont.)

Designación del CI	Pin	Función del pin	Voltaje CC	Comentarios (condición)
U480 Amplif. operacional doble	1	Salida de unidad 1	2,48	
	2	Entrada (-) de unidad 1	2,48	
	3	Entrada (+) de unidad 1	2,46	
	4	Tierra	TIERRA	
	5	Entrada (+) de unidad 2	0,28	
	6	Entrada (-) de unidad 2	0,29	
	7	Salida de unidad 2	0	
	8	Vcc	4,96	
U490 Amplificador de potencia de audio	1	Habilitación/apagado	0,12	(Silenciador desactivado)
	2	Referencia de polarización	3,26	(Silenciador desactivado)
	3	Entrada (+)	3,26	(Silenciador desactivado)
	4	Entrada (-)	3,27	(Silenciador desactivado)
	5	Salida (-)	3,25	(Silenciador desactivado)
	6	Vcc	7,48	(Silenciador desactivado)
	7	Tierra	TIERRA	
	8	Salida (+)	3,29	(Silenciador desactivado)
U510 Amplif. operacional doble	1	Salida de unidad 1	1,75	
	2	Entrada (-) de unidad 1	1,56	
	3	Entrada (+) de unidad 1	1,55	
	4	Tierra	TIERRA	
	5	Entrada (+) de unidad 2	1,55	
	6	Entrada (-) de unidad 2	1,56	
	7	Salida de unidad 2	1,38	
	8	Vcc	4,96	

1. Todos los voltajes se miden con un voltímetro digital de alta impedancia y las mediciones se expresan en voltios CC con relación a tierra (0 V).
2. Los voltajes se miden con un voltaje de entrada CC de 7,50 + 0,02 voltios CC aplicados al conector de batería (J301).
3. Todos los voltajes se miden en el modo de recepción con silenciador, a menos que se indique de otra manera.
4. Los voltajes son idénticos para los modelos de VHF y UHF a menos que se indique de otra manera.

Capítulo 13 Esquemas eléctricos, planos de ubicación de componentes y listas de partes del radio UHF

13.1 Introducción

Esta sección contiene los diagramas esquemáticos, planos de ubicación de componentes y listas de partes de las tarjetas de circuito y conexiones de interfaz del radio.

13.1.1 Notas para todos los esquemas eléctricos y tarjetas de circuito

* Componente sensible a la frecuencia. Remítase a la lista de partes eléctricas para determinar los valores y modos de empleo.

1. A menos que se especifique de otra manera, los valores de resistencia se indican en ohmios (K = 1000), los valores de capacitancia se indican en picofaradios (pF) o microfaradios (µF), y los valores de inductancia se indican en nanohenrios (nH) o microhenrios (µH).
2. Los voltajes CC se miden entre el punto indicado y la tierra de chasis, mediante un multímetro de CC Motorola o un instrumento equivalente. Si la tarjeta se ha extraído del chasis, deben usarse los tornillos de montaje del módulo transmisor para conexión a tierra. (*Nota: El soporte de la tuerca de la antena no está conectado a tierra).* Los voltajes dependientes del modo de operación son acompañados de "(RX)" para especificar el modo de recepción, de "(TX)" para especificar el modo de transmisión, de "(UNSQ)" para especificar el modo de silenciador desactivado, etc.
3. Los voltajes de RF en los modelos VHF se miden con la punta de prueba de RF Fluke modelo 85. Los voltajes que aparecen expresados en mV (RF) son lecturas de niveles CC que corresponden aproximadamente 1:1 al nivel de voltaje de RF en mV eficaces. Los voltajes de RF en la etapa de entrada del receptor y en la etapa de salida del receptor se miden con una señal de RF de 100 mV (-7 dBm) dentro del canal, aplicada al conector hembra de antena J140.
4. Los voltajes de RF en los modelos UHF se miden tanto con un voltímetro de RF de alta impedancia con ancho de banda superior a 500 MHz (los niveles se expresan en dBm) y con una punta de prueba Fluke modelo 85 RF (los niveles se expresan en mV [RF]). Estos voltajes indicados son lecturas de niveles CC que corresponden aproximadamente 1:1 al nivel de voltaje de RF en mV eficaces, y son sólo aproximaciones para las mediciones de frecuencias de UHF. Los voltajes de RF en la etapa de entrada del receptor y en la etapa de salida del receptor se miden con una señal de RF de 100 mV (-7 dBm) dentro del canal, aplicada al conector hembra de antena J140.
5. Los voltajes de audio se miden con un voltímetro de alta impedancia, capaz de medir valores eficaces de CA. Los voltajes indicados se expresan en mV eficaces. Los voltajes en el modo de recepción están acompañados de "(RX)" y se miden con una señal dentro del canal modulada con 1 kHz y una desviación del 60% (3 kHz para canales de 25 kHz, y 1,5 kHz para canales de 12,5 kHz). Los voltajes en el modo de transmisión están acompañados de "(TX)" y se miden con una señal de 10 mV eficaces a 1 kHz, presente en la entrada de micrófono externa (pin 4 [vivo] y pin 7 [tierra] del conector de accesorio J471).

6. Los designadores de referencia están asignados de la siguiente forma:

Series de nº ref.	Bloque circuital
1-99	Etapa de entrada de RF
100-149	Etapas de RF del transmisor
150-200	Control de potencia del transmisor
201-250	Sintetizador de frecuencia
251-300	VCO
301-400	Regulación de CC
401-450	Microprocesador
451-550	Audio

7. Leyenda de interconexión de bloques circuitales:

Nombre	Descripción
USWB+	Voltaje de batería sin conmutador (siempre presente)
5V	5 voltios (regulados)
5R	5 voltios en modo de recepción únicamente
5T	5 voltios en modo de transmisión únicamente
RESET	Señal de reinicialización de línea a nivel bajo, del U320 al µP
D3_3V	3,3 voltios digitales (regulados)
3V	3 voltios analógicos (regulados)
TX_ENA	Señal de habilitación de transmisión, del µP al transmisor
PWR_SET	Voltaje CC, del ASFIC al control de potencia de transmisión
DEMOD	Audio de recepción, de la etapa de salida al ASFIC
BW_SEL	Selección de ancho de banda del filtro de la etapa de salida, del ASFIC
RSSI	Indicación de intensidad de la señal recibida, del IFIC al µP
IF_IN/OUT	44,85 MHz, del 1er. mezclador al filtro de IF alta
RF_IN/OUT	Señal de recepción, del conmutador de antena a la etapa de entrada
MOD OUT/IN	Modulación de transmisión, del ASFIC al sintetizador
16_8_MHZ	Señal del osc. de ref., del sintetizador al ASFIC
SYNTH_CS	Selección de chip del sintetizador, proveniente del µP
SPI_CLK	Reloj serie, proveniente del µP
SPI_DATA_OUT	Datos serie, provenientes del µP
LOCK	Indicación de detección de sincronización, del sintetiz. al µP
PRESC	Realimentación de frec. de VCO, del VCOBIC al sintetiz.
V_STEER	Voltaje de línea de mando, del sintetiz. al VCO
V_SF	4,5 voltios superfiltrados, del sintetiz. al VCOBIC
VCO_MOD	Modulación de transmisión, del ASFIC al sintetizador

Nombre	Descripción
TRB	Control de transmisión/recepción, del sintetiz. al VCOBIC
RX_INJ	Salida de VCO de recepción reforzada, al 1er. mezclador de recepción
TX_INJ	Salida del VCO de transmisión a entrada del transmisor

13.1.2 Tarjeta de circuito impreso de seis capas

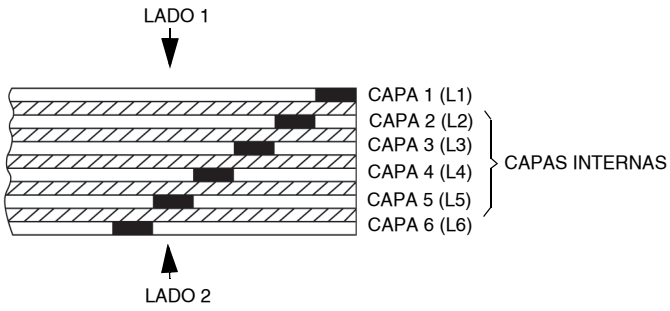

Figura 13–1. Tarjeta de circuito impreso de seis capas: Escalonamiento del cobre en la secuencia de capas

13.2 Esquema eléctrico del parlante y del micrófono

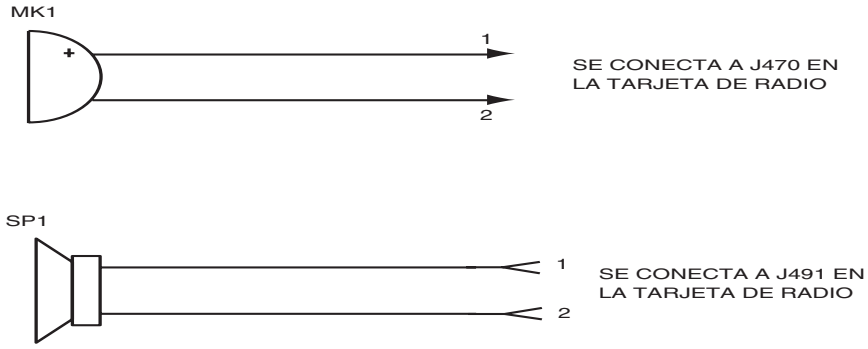

Figura 13–2. Esquema eléctrico del parlante y del micrófono

13.2.1 Lista de partes del parlante y del micrófono

Designación de referencia	Nº de parte Motorola	Descripción
MK1	5085880L01	Micrófono de electretes
SP1	5085738Z08	Conjunto del parlante con conector

Notas: